

Proprietà:

VIA ROMA srl

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DELLA
VIABILITA DI COLLEGAMENTO TRA LA VIA
BELLOSGUARDO E LA VIA ROMA (LOTTO 1 VIA ROMA –
VIA DEL MATTATOIO) A CORREDO DI INTERVENTO PER
LA REALIZZAZIONE DI EDIFICIO COMMERCIALE,

**VIA ROMA
COMUNE DI CAMAIORE**

**RELAZIONE GEOLOGICA
INDAGINE GEOTECNICA SISMICA**

Relazione svolta ai sensi del D.M. del 17/01/2018 - "Norme tecniche per le costruzioni"

Dott. Geologo Alessandro Cortopassi

agosto 2018

INDICE

<i>PREMESSA</i>	3
<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i>	3
<i>PERICOLOSITA' DELL'AREA</i>	4
<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO</i>	5
<i>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROGRAFICO</i>	6
<i>INDAGINI GEOTECNICHE</i>	7
stratigrafia media dell'area	8
caratteristiche fisico-meccaniche medie dei terreni	9
<i>INTERVENTI DI PROGETTO</i>	10
<i>MODELLAZIONE SISMICA</i>	11
pericolosità sismica di base - valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c	11
categorie di sottosuolo	13
accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max}	15
coefficienti sismici orizzontali k_h e verticali k_v	16
<i>SOLUZIONI PROGETTUALI</i>	17
<i>FATTIBILITA' DELLE OPERE</i>	19

FIGURE

COROGRAFIA (scala 1:10.000)	Fig. 1
CARTA GEOLOGICA (scala 1:5.000)	Fig. 2
PLANIMETRIA INDAGINI GEOGNOSTICHE (scala 1:1000)	Fig. 3
SEZIONE STATIGRAFICO TECNICA (scala 1:200)	Fig. 4

APPENDICI

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH	App. 1
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT	App. 2
PROSPEZIONE SISMICA CON METODO MASW/ PROSPEZIONE SISMICA HVSR	App. 3

PREMESSA

Su incarico del Sig. Bruno Ceragioli, legale rappresentante della società Via Roma srl è redatta la presente relazione geologica e d'indagine geotecnica sismica a supporto del Progetto di Rotatoria da realizzarsi su via Roma, comune di Camaiore (vd. COROGRAFIA di **Fig.1** in scala 1:10.000) a corredo dell'intervento di costruzione di edificio commerciale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato svolto presa visione della seguente normativa in materia:

- *Piano Territoriale di Coordinamento – Provincia di Lucca, svolto ai sensi del D.M. LL. PP. 11 marzo, adottato con delibera del C.P. n. 108 del 18 luglio 2000.*
- *Regolamento Urbanistico del Comune di Camaiore – Piano Regolatore Generale approvato con delibera di Consiglio Comunale N.70 del 30/11/2001 e successivi aggiornamenti.*
- *Legge Regionale 39 del 21 marzo 2000 “Legge Forestale della Toscana” e s.mi.. e Regolamento 48/R agosto 2003.*
- *Delibera di Giunta Regionale n. 1328 del 20.12.2004 pubblicata sul BURT del 05.01.2005 con la quale si adottano le perimetrazioni delle aree a rischio idrogeologico e geomorfologico molto elevato ed elevato, nonché le relative norme di Piano per il Bacino Regionale Toscana Nord e successivi aggiornamenti (dicembre 2011).*
- *Delibera del Consiglio Regionale n. 72 del 24 luglio 2007 – Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) della Regione Toscana;*
- *CSLP - pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale - allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.*
- *D.M. del 14 gennaio 2008 - “Norme tecniche per le costruzioni” – pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n°29 del 4 febbraio 2008 con Supplemento Ordinario n°30.*
- *CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).*
- *Decreto del Presidente della Giunta regionale n.36/R del 9 luglio 2009 – “Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”. (Pubblicazione BURT del 17.07.2009 n. 25).*
- *DPGR 25 ottobre 2011 n.53/R "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".*
- *L.R. 21 maggio 2012, n.21 “Disposizioni urgenti in materia di difesa del rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua.*
- *Legge Regionale n.79 del 27 dicembre 2012 – “Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1994”, e successivi aggiornamenti (di cui alla DCRT n.57/2013, DCRT n.9/2015, DCRT n.101/2016).*

- *Delibera della Giunta Regione Toscana n. 878 del 8 ottobre 2012 “Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell’O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006.*
- *D.P.G.R. n. 58/R DEL 22 ottobre 2012 “Regolamento di attuazione dell’articolo 117, comma 2, lettera g) della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica.*
- *Variante al Regolamento Urbanistico, approvata con delibera del C.C. n. 13 del 14/03/2012.*
- *Legge Regionale n. 65 del 10 novembre 2014 “Norme per il governo del territorio”.*
- *Piano Strutturale comunale, adottato con Delibera CC n° 69 del 12/12/2016 (pubblic. BURT n° 52 del 28/12/2016), approvato con Delibera CC n° 11 del 16/03/2018.*
- *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale.*
- *D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con mo-dificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”*

PERICOLOSITA' DELL'AREA

Si evidenzia di seguito quanto emerso dall'analisi della cartografia allegata al Piano Strutturale comunale, adottato con Delibera CC n° 69 del 12/12/2016.

In base alla Carta della pericolosità geomorfologica e sismica (Tav. QG.8) allegata al P.S. comunale, il lotto ricade in ambito **G1** (aree a pericolosità geomorfologica bassa).

In base alla Carta della pericolosità geomorfologica e sismica (Tav. QG.8) allegata al P.S. comunale, il lotto ricade in ambito **S3** (aree a pericolosità sismica elevata).

In base alla Carta della pericolosità idraulica (Tav. QG.9) allegata al P.S. comunale, il lotto ricade in ambito **I3** (aree a pericolosità idraulica elevata).

In riferimento Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico Appennino settentrionale il sito in oggetto è perimetrato nello scenario di pericolosità media (**P2**) – alluvioni poco frequenti.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

Il sito è ubicato in corrispondenza del settore est della valle di Camaiore, circa 400m a SE del centro storico, ad una quota altimetrica 36/36,4m s.l.m. (vd. CTR Regione Toscana in scala 1:2000 - Foglio 20E13).

La valle di Camaiore si colloca al centro di un vasto anfiteatro naturale, costituito a nord ed a est dalla terminazione meridionale delle Alpi Apuane ed a sud da una serie di blande colline degradanti verso la piana costiera. I vari torrenti che drenano le aree collinari-montane giunti alla confluenza con la pianura principale, in conseguenza della riduzione di pendenza, hanno deposto vasti conoidi di deiezione detritico-alluvionali spesso coalescenti, che attualmente si presentano reinciati e terrazzati. Tale situazione ha dato origine all'aspetto forse più caratteristico dell'area, con la presenza di estesi conoidi che contornano il piede dei rilievi, raccordando i versanti al fondovalle principale.

In generale i depositi di conoide si presentano eterogenei, prevalentemente rappresentati da sabbie, argille e limi con intercalazioni ghiaiose e/o ciottolose.

La piana di Camaiore è costituita da depositi fluviali e torrentizi, fortemente eterogenei e formati da frequenti livelli argilloso-limosi intercalati a livelli sabbioso-ghiaiosi.

Come si può osservare nella CARTA GEOLOGICA in scala 1:5.000 di **Fig.2**, in corrispondenza dell'area di intervento sono presenti depositi alluvionali recenti quaternari (**all**) costituiti da limi sabbiosi, limi e sabbie, passanti poco ad est di Via Roma a depositi alluvionali di conoide (**cd**) a granulometria eterogenea. In particolare, come evidenziato dalle prove penetrometriche effettuate nel lotto d'indagine, si rinvennero sedimenti a prevalente componente limoso sabbiosa con intercalazioni di limi molli e limi ghiaiosi, fino alla profondità indagata (circa 13m da p.c.).

Sotto il profilo geologico strutturale la pianura camaioiese è situata in una depressione tettonica tipo graben, delimitata a nord dalla dorsale Monte Gabberi-Monte Matanna ed a Sud dall'allineamento collinare Monte Moneta-Montemagno. Tale struttura si realizza mediante l'intersezione di tre sistemi di faglie dirette, di cui il principale presenta direzione appenninica (NW-SE) ed al quale sono associati sistemi secondari con direzione antiappenninica.

L'assetto tettonico descritto si inserisce nel quadro evolutivo dell'Appennino settentrionale e delle Alpi Apuane. La struttura a falde di ricoprimento che caratterizza i rilievi può essere interpretata come il risultato di una tettonica compressiva dovuta alla collisione tra la microplacca adriatica e quella sardo-corsa avvenuta durante l'Oligocene. La piana di Camaiore e quella costiera si collocano in depressioni tettoniche formatesi a seguito di un evento deformativo distensivo sviluppatosi a partire dal Miocene superiore.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROGRAFICO

L'assetto strutturale e le caratteristiche di permeabilità delle varie unità affioranti sui rilievi che circondano la piana, conferiscono ad essa una particolare configurazione idrogeologica. Il grande sviluppo areale ed i potenti spessori dei complessi carbonatici presenti nei settori settentrionali (dorsale Monte Gabberi-Monte Matanna) e ed in quelli orientali (dorsale Monte Matanna-Monte Prana-Monte Vallimona) fanno sì che questi costituiscano importanti acquiferi, a circolazione prevalentemente carsica, dotati di una grande capacità idrica. I sistemi Carsici rappresentano il mezzo di transito delle acque di infiltrazione verso le alluvioni di fondovalle. Il complesso carbonatico svolge un ruolo considerevole all'alimentazione degli acquiferi che hanno sede nei depositi sabbiosi-ghiaiosi-ciottolosi del Fiume Camaiore.

La presenza inoltre di una soglia idrogeologica, costituita dal complesso impermeabile filladico-quarzitico del Verrucano, affiorante nella parte inferiore del bacino (tra le località Teneri e Ponte di Sasso), ostacolando il deflusso sotterraneo dai calcari verso la pianura costiera determina una risalita delle acque di circolazione profonda. In tal modo vengono alimentate le falde acquifere della piana intravalliva dando origine a numerose emergenze.

La situazione idrogeologica nella conca di Camaiore si presenta alquanto complessa, in conseguenza delle diverse fasi deposizionali delle conoidi laterali ed al contemporaneo sprofondamento del "graben" che ha permesso la formazione di una potente successione di depositi alluvionali ricoprente il "bedrock" (calcare cavernoso). Lo spessore di tale coltre alluvionale risulta influenzato dalla morfologia del substrato roccioso sottostante, fortemente articolato e dislocato dalla presenza di diversi sistemi di faglia.

I depositi presenti nella conca di Camaiore sono costituiti da ghiaie e sabbie sciolte alternate a livelli di argille e limi; per tale motivo è possibile individuare nella conca più falde idriche sovrapposte con sede nei livelli sabbiosi e ghiaiosi; tali falde acquifere sono separate dalle intercalazioni impermeabili argilloso-limose e mentre quella

superficiale risulta di tipo freatico o semiconfinata, quelle in profondità sono in pressione.

In base alle indagini geologico-tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico comunale il livello freatico della falda superficiale in fase di massima ricarica si attesta tra 1 e 1.5m da p.c..

L'alimentazione delle varie falde idriche avviene sia per ricarica dalle rocce carbonatiche del substrato, sia attraverso ricarica diretta. Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche (settembre 2015) è stata rilevata la presenza di falda a circa 2.5 metri da piano campagna.

I principali assi di drenaggio dell'area sono rappresentati dal Torrente Lucese che scorre circa 110m a sud-ovest del lotto e dal Fosso Sermonti, che drena i rilievi collinari posti ad est del sito, affluente in destra del Torrente Lucese nel quale confluisce circa 110m a sud del sito.

I fossi sopracitati rientrano nel reticolo di gestione dei consorzi di bonifica ai sensi della L.R. 79/2012 e successivi aggiornamenti.

INDAGINI GEOTECNICHE

Per definire la stratigrafia del sito e caratterizzare i terreni sotto il profilo fisico-meccanico è stato fatto riferimento alle seguenti indagini effettuate in sito dalla ditta Gaia Servizi srl, la cui ubicazione è riportata nelle **Figg. 2 e 3**:

- n.1 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
 - n.1 prove penetrometriche statiche CPT.
 - n°1 prospezione sismica MASW;
 - n°1 prospezione sismica passiva HVSR.
- Lo strumento utilizzato per le penetrometrie dinamiche DPSH effettuate in sito è il penetrometro Pagani modello TG63-200, con l'impiego di massa battente di 63.5kg; in **Appendice 1** sono presentate le caratteristiche dello strumento ed i risultati ottenuti.
- Lo strumento utilizzato per la penetrometria statica è il penetrometro Pagani modello TG63-200, con l'impiego di punta meccanica tipo Begemann e spinta di 200kN; in **appendice Appendice 2** vengono riportate le caratteristiche dello strumento e le correlazioni effettuate.

- Lo strumento impiegato per la prospezione sismica MASW è il prospettore sismico Ambrogeo Echo 24/2002 a 16 bit, collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz in configurazione ZVF per acquisire la componente verticale dell'onda di Rayleigh, mentre la strumentazione di acquisizione utilizzata per la prospezione sismica passiva con tecnica HVSR è il prospettore sismico SARA "SR04 GeoBox" a 3 canali completo di geofono 3D da superficie; in **Appendice 3** sono riportate le caratteristiche della strumentazione ed i risultati ottenuti.

stratigrafia media dell'area

La stratigrafia dei terreni sede dell'intervento è riportata in dettaglio di seguito, e rappresentata graficamente nella SEZIONE STRATIGRAFICO TECNICA in scala 1:200 di **Fig.4**.

livello	natura del terreno	DPSH1 quota pc= 33.2m slm m da p.c.	CPT2 quota pc= 36.4m slm m da p.c.
LSg	Alternanza di Limi sabbiosi e sabbie limose debolmente ghiaiose da poco a moderatamente addensati	0.00 – 0.80	0.00 – 4.80
L	Limi molli	0.80 – 2.00	4.80 – 5.20
LSg	Alternanza di Limi sabbiosi e sabbie limose debolmente ghiaiose da poco a moderatamente addensati con intercalazioni di sabbie e ghiaie limose addensate (SGI)	2.20 – 8.60 (8.60 – 9.20 SLG)	5.20 – 10.20 (10.20 – 10.60 SLG)

caratteristiche fisico-meccaniche medie dei terreni

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni si è fatto riferimento all'elaborazione dei dati raccolti e a dati geotecnici noti. Di seguito si riporta il valore medio relativo agli orizzonti individuati.

Livelli stratigrafici	LSg	L	SGI
peso di volume naturale γ (t/m ³)	1.80	1.70	1.90
(N/m ³)	17652	16672	18632
resistenza dinamica Rd (Kg/cm ²)	48	8	114
(N/mm ²)	4.71	0.78	11.18
resistenza statica di punte Qc (Kg/cm ²)	65	9	200
(N/mm ²)	6.37	0.88	19.61
resistenza statica laterale Fs (Kg/cm ²)	1.4	0.3	1.6
(N/mm ²)	0.137	0.029	0.157
densità relativa Dr (%)	40	/	65
angolo di attrito interno medio ϕ (°)	29	19	36
Scarto quadratico medio σ	0.6	0.7	0.6
modulo di Young E (Kg/cm ²)	130	25	300
(N/mm ²)	12.75	2.45	29.42
modulo Edometrico Mo (Kg/cm ²)	160	30	360
(N/mm ²)	15.69	2.94	35.30
coefficiente di sottofondo unitario verticale * Ks1 (Kg/cm ³)	2.25	0.8	5.0
(N/cm ³)	22.06	7.85	49.03
Nspt	10	1	30

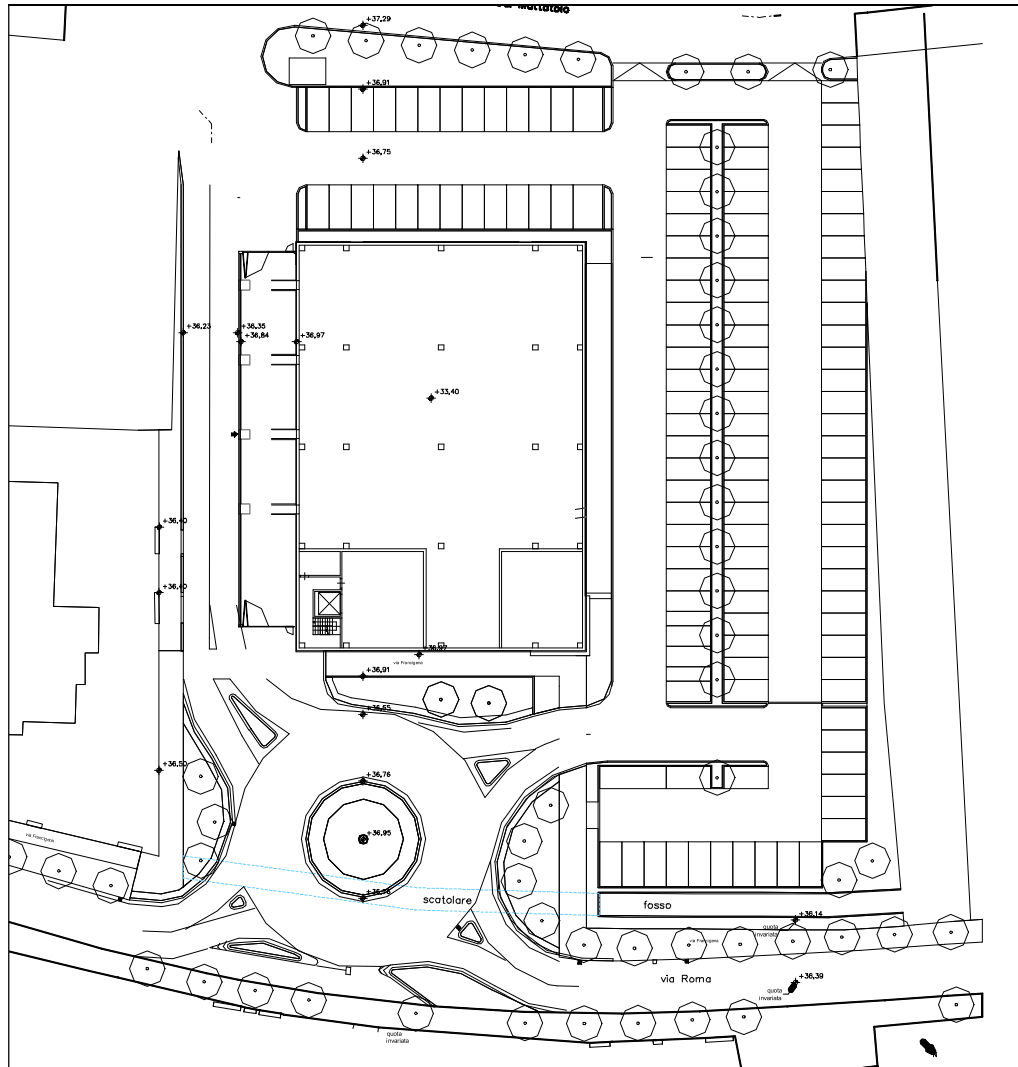
* il valore del coefficiente di sottofondo unitario verticale $Ks1$ è espresso per terreni in assenza di falda. Noto il valore di $ks1$ è possibile determinare il coefficiente di sottofondo **Ks** (verticale e orizzontale) relativo alle fondazioni di progetto tramite la conoscenza del modulo elastico e dei momenti d'inerzia della fondazione.

I valori dei parametri geotecnici sopra indicati costituiscono i valori medi relativi ai livelli stratigrafici presenti in sito, individuati tramite elaborazione di numerose indagini a disposizione in un intorno significativo del sito.

Si rimanda quindi all'analisi geotecnica da effettuarsi ai sensi del *D.M. del 17/01/2018 - Norme tecniche per le costruzioni*.

INTERVENTI DI PROGETTO

Il progetto in esame prevede l'adeguamento della viabilità pubblica, con realizzazione di rotatoria su via Roma a corredo dell'intervento di realizzazione di edificio commerciale (vd. figura seguente).



PLANIMETRIA GENERALE – STATO DI PROGETTO

MODELLAZIONE SISMICA

Il riferimento normativo adottato è costituito dal D.M. del 17 gennaio 2018 - “*Norme tecniche per le costruzioni*”, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018 con Supplemento Ordinario n°8.

pericolosità sismica di base - valori dei parametri a_g , F_o , T^*c

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, vengono definite nella nuova normativa a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , riferibile allo spettro di risposta elastico $S_e(T)$, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A quale definita al § 3.2.2 del D.M. del 17 gennaio 2018) con superficie topografica orizzontale e con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{v_r} , (come definite nel § 3.2.1 del D.M. del 17 gennaio 2018), nel periodo di riferimento V_r (come definito nel § 2.4 D.M. del 17 gennaio 2018).

Ai fini del D.M. del 17 gennaio 2018 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{v_r} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g - accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o - 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.*

*Per i valori di a_g , F_o , T^*c si fa riferimento all’Allegato B al D.M. del 14 gennaio 2008 e successivi aggiornamenti, dove per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_o , e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche; in particolare nella Tabella 1 vengono forniti, per 10751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni), i valori dei parametri a_g , F_o , T^*c da utilizzare per definire l’azione sismica nei modi previsti dalle NTC.*

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Le Coordinate del sito di intervento sono:

Latitudine: 43.9341°

Longitudine: 10.3116°

Il periodo di ritorno **T_r** , necessario per la definizione dei valori dei parametri a_g , F_o , T^*c da utilizzare per definire l’azione sismica è definito dalla seguente relazione:

$$T_r = \frac{-V_r}{\ln(1 - P_{v_r})}$$

V_r rappresenta il periodo di riferimento espresso da:

$$V_r = V_n \times C_u$$

essendo **V_n** la vita nominale dell'opera di progetto individuata in base al tipo di costruzione e definita nella Tabella 2.4.I del D.M. 17 gennaio 2018 di seguito riportata:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _n (in anni)
<u>1</u>	Costruzioni temporanee e provvisorie	≤ 10
<u>2</u>	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	≥ 50
<u>3</u>	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	≥ 100

Tabella 2.4.I - D.M. 17 GENNAIO 2018 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

L'opera in esame è un'opera ordinaria (tipo 2) alla quale corrisponde una vita nominale **V_N ≥ 50 anni**.

C_u rappresenta il coefficiente d'uso ricavabile dalla Tab. 2.4.II - D.M. 17 gennaio 2018 e dipendente dalla classe d'uso dell'opera definita al § 2.4.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C _u	0.7	1.0	1.5	2.0

Tab. 2.4.II - D.M. 17 GENNAIO 2018 – Valori del coefficiente d'uso C_u

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

L'opera in esame rientra nella classe III alla quale corrisponde il coefficiente d'uso **C_u = 1.5**.

Il periodo di riferimento **V_r** per l'azione sismica per l'opera risulta pertanto:

$$V_r = V_n \times C_u = V_n = \mathbf{75 \text{ anni}}$$

P_{v_r} è la probabilità di superamento al variare dello stato limite considerato, definito nella Tabella 3.2.I - D.M. 17 gennaio 2018:

Stati limite		Pvr: probabilità di superamento nel periodo di riferimento Vr
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limiti ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 3.2.I - D.M. 17 GENNAIO 2018 – Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato

In tal modo è possibile individuare i valori del periodo di ritorno T_r , ed in base all'Allegato B al D.M. del 14 gennaio 2008, ricavare i valori di ag , F_0 , e T_c^* riferiti a ciascuno stato limite.

Di seguito si riportano i dati ottenuti per il sito in esame:

Stati limite		T_r (anni)	ag [g]	F_0	T_c^* [s]
Stati limite di esercizio	SLO	45	0.052	2.522	0.248
	SLD	75	0.064	2.529	0.265
Stati limiti ultimi	SLV	712	0.155	2.384	0.294
	SLC	1462	0.196	2.380	0.304

categorie di sottosuolo

In base a quanto stabilito dal decreto sopraccitato, ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S .

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle ondedi taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

TAB. 3.2.II - D.M. 17 GENNAIO 2018 – CATEGORIE DI SOTTOSUOLO
 “Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato”

Per l'intervento in esame, in base a quanto esposto nel D.M. del 17 gennaio 2018, ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto è stata valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Nel caso in esame l'azione sismica sulle strutture di progetto è stata definita mediante l'effettuazione di una prospezione sismica a rifrazione con metodo MASW combinata ad una prospezione sismica passiva HVSR (vd. ubicazione in Fig.2), riportate in **Appendice 3**. In particolare dalle indagini sismiche emerge la presenza di depositi superficiali caratterizzati da $180\text{m/s} < VS_{30} < 360\text{m/s}$ ricadenti quindi in **categoria C**.

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s per la categoria di sottosuolo C in base alla tabella 3.2.IV del D.M. del 17 gennaio 2018, risulta espresso dalla relazione:

$$S_s = 1.70 - 0.60 * F_o * a_g/g$$

Per i diversi stati limiti si ricavano i seguenti valori di S_s :

Stati limite		ag [g]	Fo	Ss
Stati limite di esercizio	SLO	0.052	2.522	1.50
	SLD	0.064	2.529	1.50
Stati limiti ultimi	SLV	0.155	2.384	1.48
	SLC	0.196	2.380	1.42

Il coefficiente Cc per la categoria di sottosuolo C in base alla tabella 3.2.IV del D.M. del 17 gennaio 2018, risulta espresso dalla relazione:

$$C_c = 1.05 (T_c^*)^{-0.33}$$

Per i diversi stati limiti si ricavano i seguenti valori di Cc:

Stati limite		Tc* [s]	Cc
Stati limite di esercizio	SLO	0.248	1.66
	SLD	0.265	1.63
Stati limiti ultimi	SLV	0.294	1.57
	SLC	0.304	1.55

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa nel sito in oggetto, così come definita nella tabella 7.11.I del D.M. del 17 gennaio 2018, risulta:

Stati limite		ag [g]	βs
Stati limite di esercizio	SLO	0.052	0.20
	SLD	0.064	0.20
Stati limiti ultimi	SLV	0.155	0.24
	SLC	0.196	0.24

Per quanto riguarda le condizioni topografiche complesse, considerato che il sito in esame sorge in un'area di pianura caratterizzata da morfologia pianeggiante (inclinazioni medie <15°) si attribuisce la **categoria topografica T1**.

Il coefficiente di amplificazione topografica per la categoria topografica T1 in base alla tabella 3.2.V del D.M. del 17 gennaio 2018 risulta **St=1**.

accelerazione orizzontale massima attesa al sito amax

L'accelerazione orizzontale massima amax attesa al sito è definita dalla seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g = S_s * S_t * a_g$$

utilizzando i valori di Ss ed St ed ag ricavati in precedenza ed esprimendo ag in m/sec² (ag = ag [g] * 9.81m/sec²) si ottiene:

Stati limite		Ss	St	ag (m/sec²)	amax (m/sec²)
Stati limite di esercizio	SLO	1.50	1	0.510	0.769
	SLD	1.50	1	0.628	0.942
Stati limiti ultimi	SLV	1.48	1	1.521	2.248
	SLC	1.42	1	1.923	2.725

coefficienti sismici orizzontali kh e verticali kv

I coefficienti sismici orizzontali e verticali sono definiti dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \frac{\beta_s * a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

utilizzando i valori di a_{max} e β_s ricavati in precedenza si ottiene per ogni stato limite:

Stati limite		Kh (%)	Kv (%)
Stati limite di esercizio	SLO	1.60	0.80
	SLD	1.92	0.96
Stati limiti ultimi	SLV	5.50	2.75
	SLC	6.70	3.35

SOLUZIONI PROGETTUALI

Sulla base delle indagini svolte è possibile suddividere l'opera di progetto costituita dalla rotatoria in due settori come di seguito descritto:

- settore est della rotatoria rispetto allo scatolare in c.a., situato in prossimità dell'attuale sede stradale di Via Roma, per il quale non si prevedono opere in rilevato di progetto;
- settore ovest della rotatoria rispetto allo scatolare in c.a., comprendente la maggior parte della rotatoria, caratterizzato dalla presenza di terreni naturali non consolidati, per il quale è prevista la realizzazione di un rilevato di progetto di altezza circa 60cm e la bonifica dello strato di sottofondo di 50cm.

Si descrivono di seguito gli accorgimenti costruttivi da seguire per la corretta esecuzione dell'opera.

In sezione la rotatoria è composta da due porzioni, la struttura in rilevato e lo strato di sottofondo.

- la struttura in rilevato o **sovrastuttura** è composta da uno strato superficiale e da uno strato di base:

Lo strato superficiale è composto da:

- tappeto di usura dello spessore di 3cm;
- binder dello spessore di 7cm.

Lo strato di base è composta da:

- conglomerato con bitume distillato 50-70 o 70-100 secondo UNI EN 12591 ed aggregati secondo UNI EN 13043, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco, e compattazione con rullo vibrante;
- misto stabilizzato compattato e vibrato dello spessore di 25cm;
- strato di sabbia, che costituisce lo strato drenante di base, dello spessore di 20cm.

Lo strato superficiale è quello direttamente esposto alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici, mentre la struttura di base (fondazione) ha l'esclusiva funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto e di sopportare e distribuire sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico.

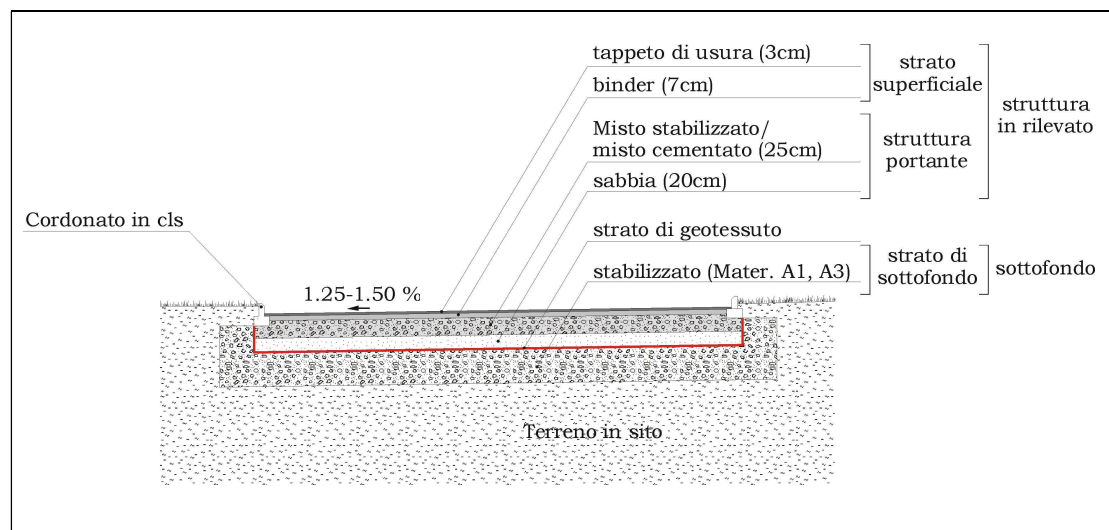
Lo strato di **sottofondo** può essere definito come il terreno che sostiene la sovrastruttura sul quale interviene direttamente l'azione dei carichi esterni da questa trasmessa. La superficie superiore del terreno di sottofondo è il piano di posa della sovrastruttura.

Lo strato di sottofondo è costituito da stabilizzato da mettere in opera previa rimozione dei terreni naturali presenti in sito (scotico + sbancamento) per uno spessore di 50cm.

La realizzazione dello strato di sottofondo si rende necessaria vista la presenza di terreni naturali costituiti in prevalenza da limi, appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, i quali andranno sostituiti con materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3 cioè con materiale arido di cava stabilizzato naturale con curva granulometrica secondo UNI EN 13285.

Lo strato di sottofondo dovrà essere adeguatamente rullato e compattato per raggiungere il grado del 95% della prova AASHTO, mediante prova di densità in sito, verificato inoltre il modulo di deformazione Md mediante prova di carico su piastra.

Infine tra la sovrastruttura e lo strato di sottofondo dovrà essere posto in opera uno strato di geotessuto.



SEZIONE TIPO

FATTIBILITA' DELLE OPERE

In riferimento a quanto stabilito dal DPGR n°53/R del 25 ottobre 2011 (allegato A-Direttive per le indagini geologiche), considerate le caratteristiche dell'intervento e le indicazioni fornite nella presente indagine, si attribuiscono le seguenti classi di fattibilità:

- Classe di fattibilità geologica/geomorfologica con normali vincoli (**F2**);
- Classe di fattibilità idraulica con normali vincoli (**F2**);
- Classe di fattibilità sismica con normali vincoli (**F2**);

Viareggio, 20.08.2018

Dott. Geol. Alessandro Cortopassi

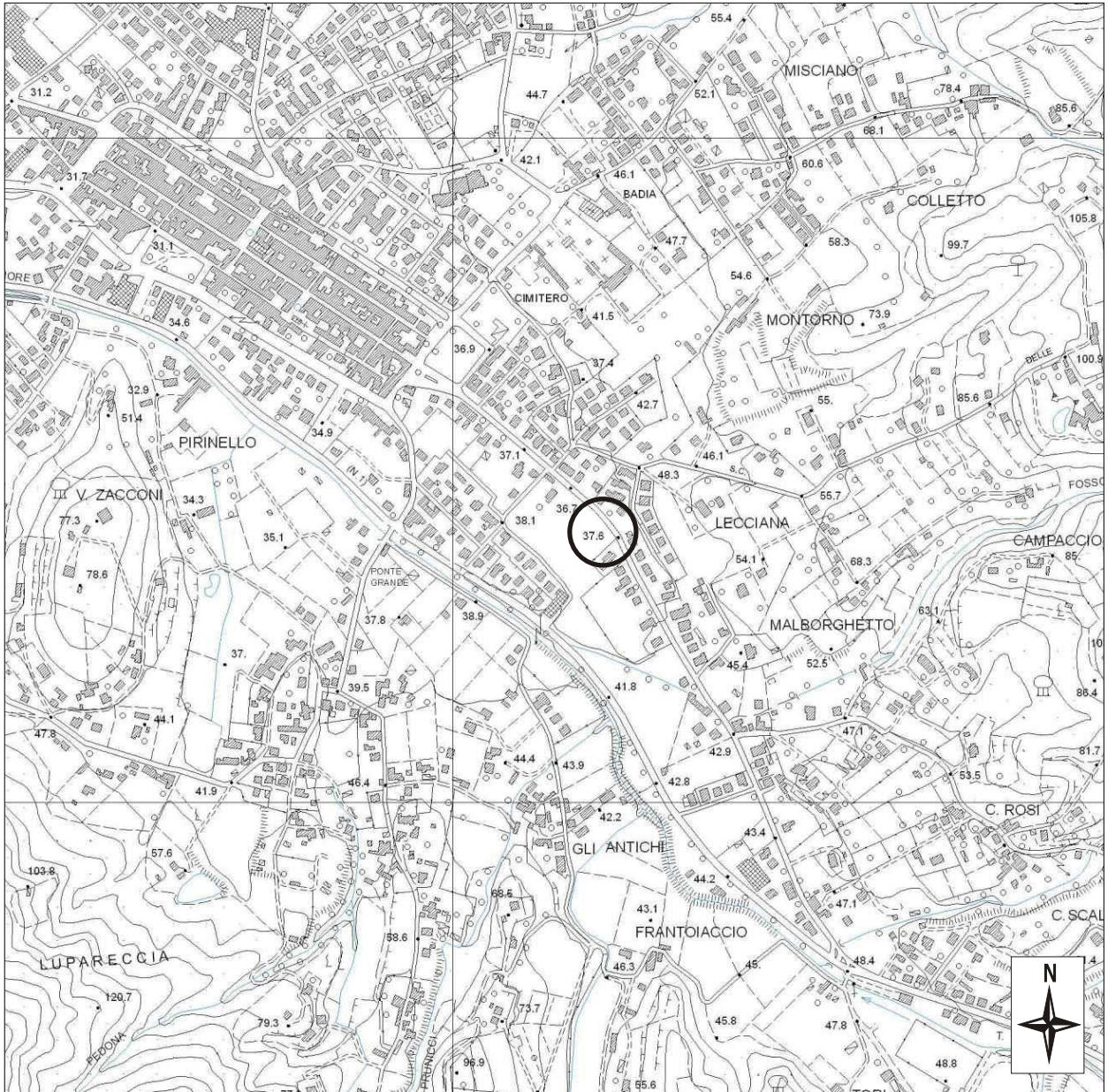


Fig.1 - COROGRAFIA - scala 1:10.000



- area di indagine

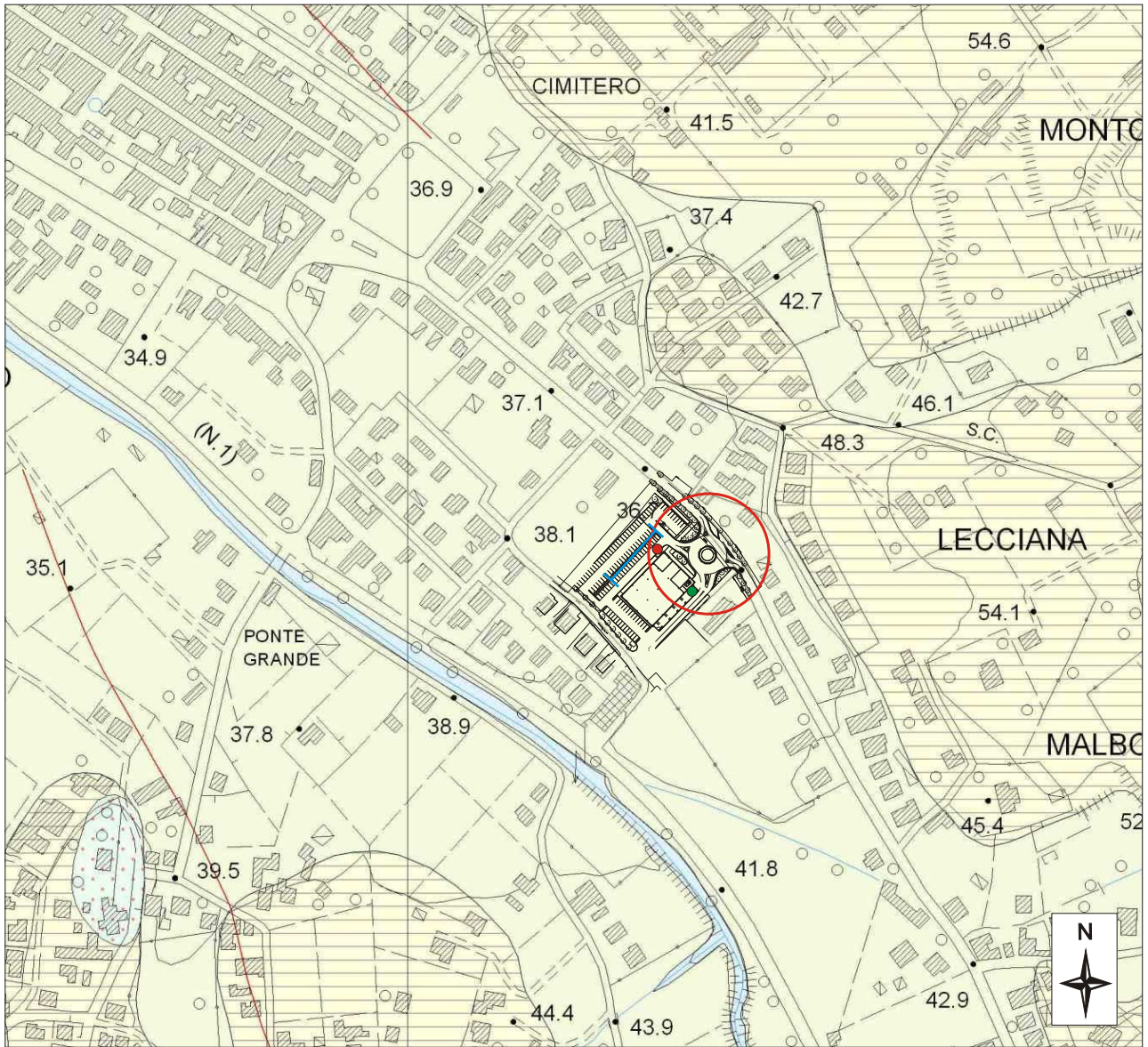








FIG.2 - CARTA GEOLOGICA - scala 1:5000

- 
- cd - depositi di conoide:: sabbie e limi con intercalazioni ghiaiose
- 
- all - depositi alluvionali recenti: limi sabbiosi, limi e sabbie
- 
- prova penetrometrica dinamica DPSH
- 
- prova penetrometrica statica CPT
- 
- prospezione sismica
- 
- area di intervento

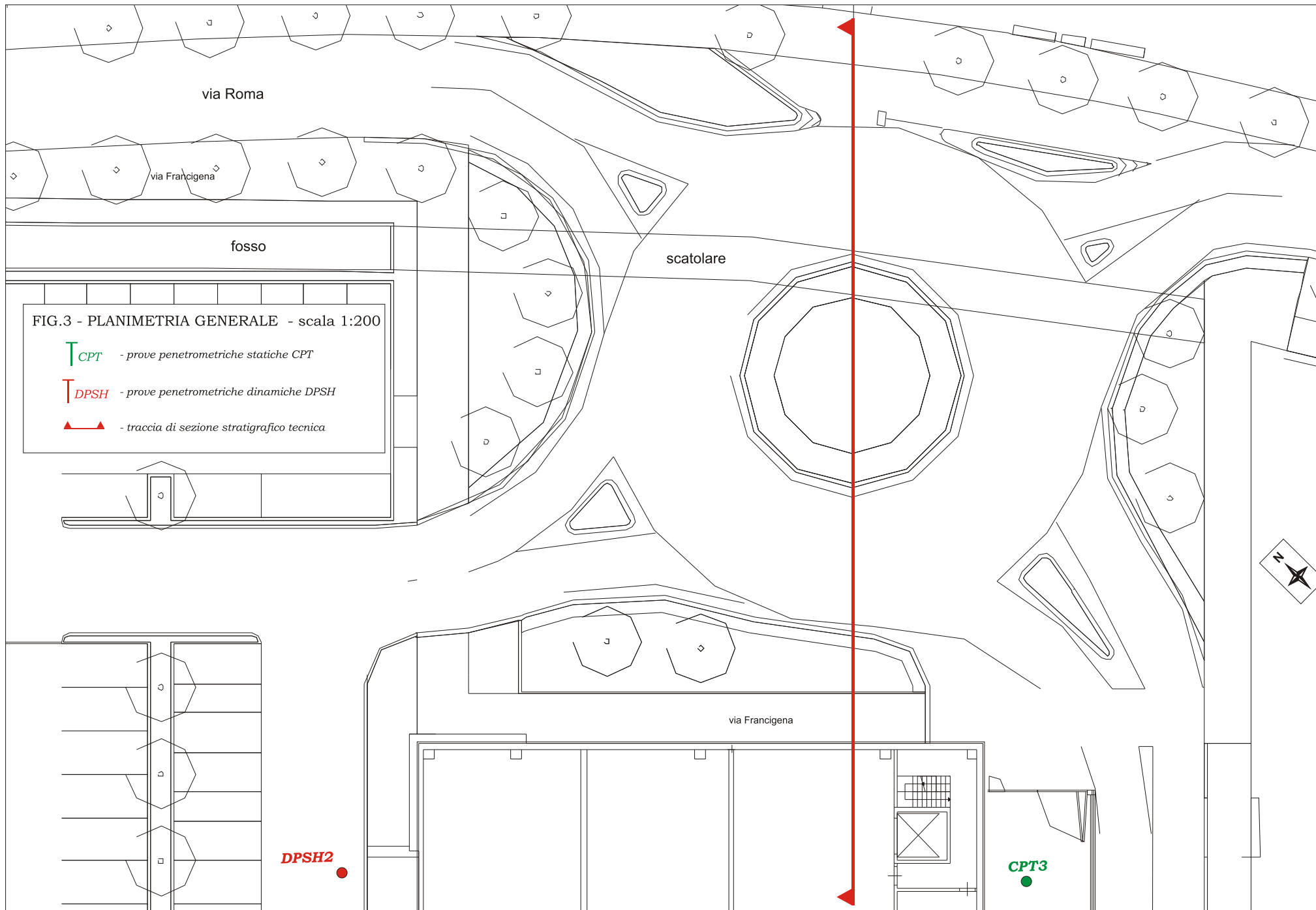




FIG 4 - SEZIONE STRATIGRAFICO TECNICA - scala 1:200

 - LSg - Alternanza di Limi sabbiosi e sabbie limose debolmente ghiaiose da poco a moderatamente addensati

 - L - Limi molli

 - Sg1 - Intercalazioni di Sabbie e ghiaie limose addensate

 _{CPT} - prove penetrometriche statiche CPT

 _{DPSH} - prove penetrometriche dinamiche DPSH

