

COMUNE DI MONTEROTONDO



PROVINCIA DI ROMA

CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI GESTIONE DELLE AREE DI SOSTA A PAGAMENTO E REALIZZAZIONE DI VERDE ATTREZZATO, PIAZZA PUBBLICA E AUTORIMESSA IN PIAZZA DELLA LIBERTÀ MEDIANTE FINANZA DI PROGETTO, AI SENSI DELL'ART. 183 COMMA 15 DEL D.LGS 50/2016 E S.M.I.

CUP: I91B21001210005 - CIG: 927527463D

PROGETTO DEFINITIVO
(VARIANTE OTT. 2025)

Il Responsabile del Servizio

Arch. Andrea Cucchiaroni

IG.020

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

rev.	data	descrizione	verif.	approv.	scala
0	10.2025	prima emissione	v	v	-
					formato
					A4

RTI
mandataria



A.J. Mobilità s.r.l.

S.S. Flaminia km 131,15
06049 Spoleto (PG)

mandante



Via Provinciale delle Breccie, 40
80147 Napoli (NA)

RTP

mandataria

C.S.I. srl

Via Vincenzo Lamberti, 29
81100 Caserta (CE)

mandanti

Silvestrini Ingegneria srl

Via Guglielmo Oberdan, 71
00015 Monterotondo (RM)

Arch. Carmine Tirone

Ing. Vincenzo Caterino

Dott. Geol. Giuseppe Falzarano



IL SOGGETTO PROPONENTE

PROGETTAZIONE

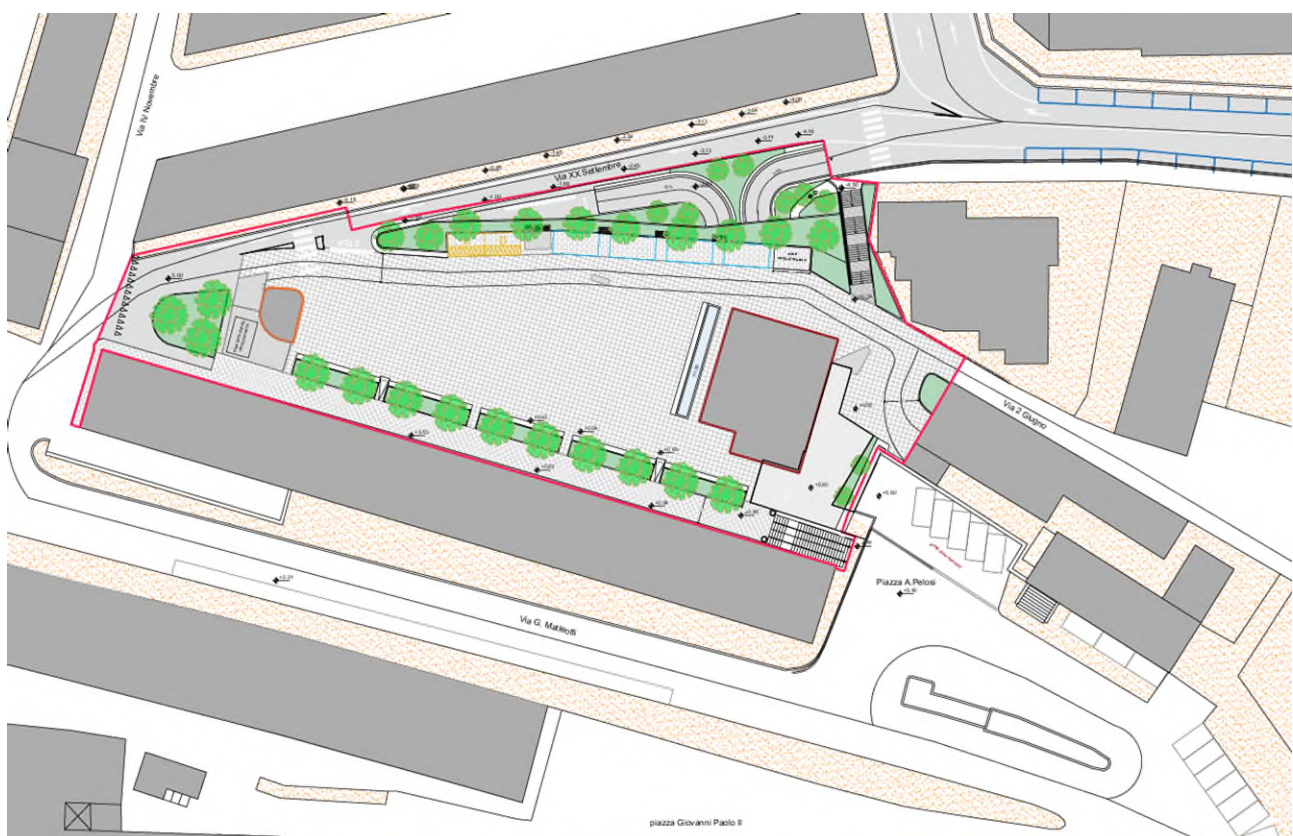


PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i risultati di un'indagine geologica eseguita per individuare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geostratigrafiche e geotecniche di Piazza Libertà, nel Comune di Monterotondo, in Provincia di Roma a supporto della **“Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del d.lgs 50/2016 e s.m.i. - CIG 927527463D”**.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento interessa Piazza della Libertà, prevede la realizzazione di un'autorimessa interrata per circa 7 m, articolata su due livelli. Entambi i livelli dell'autorimessa presentano una *superficie lorda pari a circa 2260 m² ciascuno*, è accessibile a partire dalla via XX Settembre, ove si posiziona il varco di accesso al livello -1. A sostituzione del fabbricato della proloco, attualmente esistente, è prevista la realizzazione di un nuovo edificio che si sviluppa su tre livelli, di *altezza fuori terra di circa 15,00 m e superficie di 340 m²*, destinato a servizi e spazi commerciali.



mandataria



mandante





Tutte le operazioni di campagna e la loro elaborazione sono state eseguite secondo quanto richiesto dal D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Il presente report è stato preceduto ad una campagna di indagini in sito di seguito specificata:

1. INDAGINI GEOGNOSTICHE:

- n. 5 sondaggi S_{1+5} a carotaggio continuo della profondità di 35 m
- n. 10 prelievi di campioni indisturbati
- n. 5 prove penetrometriche P_{1+5} del tipo DPSH (da eseguirsi per la fase di progettazione esecutiva)
- condizionamento di 4 fori di sondaggio con installazione n. 3 piezometro per il monitoraggio dei livelli della falda acquifera ed un inclinometro (letture a farsi per la fase di progettazione esecutiva)

2. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

- 10 caratteristiche generali, n. 5 prove di taglio, n. 2 prove edometriche

3. PROVE GEOFISICHE IN SITO

- ispezione con georadar dell'areale di progetto per la ricerca di eventuali sottoservizi
- n. 3 misure sismiche a stazione singola HVSR (tromino Tr_{1+3})
- n. 2 stendimenti sismici a rifrazione della massima lunghezza possibile (Ss_{1+2})
- n. 2 stendimenti sismici MASW (M_{1+2})
- n. 2 stendimenti geoelettrici ERT

Lo studio infine si conforma ai contenuti minimi previsti dall'Allegato C del R.R. n. 26/2020, ovvero:

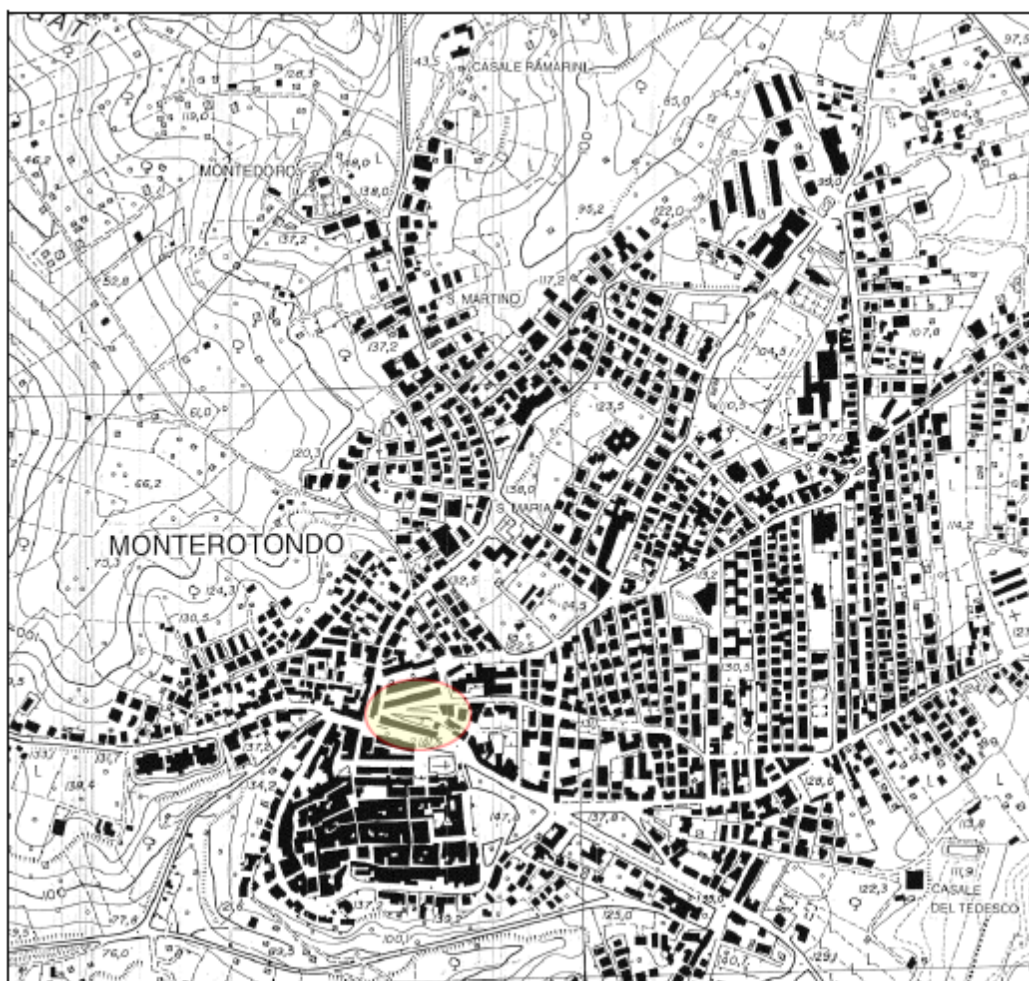
- Indicazione del livello del Livello di Rischio Sismico
- Carta Geologica di dettaglio in scala proporzionale alla rilevanza delle opere 1:1 000
- Caratteristiche idrogeologiche e interazione con la falda idrica
- Caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che possono influenzare la Risposta Sismica Locale
- sezione geologica, con l'indicazione delle opere in progetto e la successione dei litotipi fondazionali con il maggiore livello della falda eventualmente presente
- Planimetria ubicativa delle indagini eseguite
- Fascicolo di tutte le indagini eseguite e documentazione fotografica a cura della SIA srl
- Stralcio ripreso dal "Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana, Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Scala 1:10 000 di cui alla Legge 183/89 e D.L. 180/98
- Stralcio ripreso dalla Microzonazione Sismica di Livello 1, Carta delle Microzone Omogene in Prospettiva Sismica, Scala 1:10 000. Lo studio della Microzonazione Sismica di Livello 3 non è stato effettuato per il Comune di Monterotondo
- Conclusioni e indicazioni sulla fattibilità degli interventi ed eventuali prescrizioni progettuali



Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area oggetto dell'intervento si trova nel centro città, nei pressi del centro storico e poco distante dalla Cattedrale. L'area si divide in due porzioni attigue, entrambi di proprietà comunale, poste su livelli altimetrici differenti: Piazza della Libertà, posta ad una quota altimetrica di 133 m, e Piazza Attilio Pelosi, posta a quota 140 m. Le due aree attualmente sono a servizio delle zone residenziali, delle attività commerciali e strategiche che si affacciano su di esse: sono utilizzate come parcheggi a raso, si configurano come zone di risulta fra l'abitato, senza alcuna funzione rispetto al tessuto urbano circostante e non presentano alcuna qualità progettuale. L'area di indagine si trova, come indicato nel successivo stralcio ripreso dalla Carta Tecnica Regionale, scala 1:5 000.



mandataria



mandante





2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il comune di Monterotondo, dal punto di vista geologico appartiene al bacino del fiume Tevere, che riflette le caratteristiche tipiche proprie dell'appennino centrale, costituito da una serie di falde sovrapposte e sovrascorse in direzione Est e Nord-Est, che creano aree strutturalmente e geologicamente differenziate. Il fiume Tevere si sviluppa in corrispondenza delle aree di depressione tettonica originando una vasta pianura alluvionale che nel territorio di Monterotondo occupa una fascia molto estesa che si estende da Nord-Est verso Sud-Ovest.



L'attuale assetto geologico del territorio è il risultato dell'attività geodinamica iniziata a partire dall'orogenesi appenninica e tuttora in corso. Circa tre milioni e mezzo di anni fa la fascia tirrenica fino a nord di Roma era sommersa dal mare pliocenico dal quale emergevano le isole del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani, alti strutturali che la tettonica post-orogenica aveva determinato dopo aver disarticolato le successioni carbonatiche di bacino umbro-marchigiano meso-cenozoico.

Successivamente si ebbe un'intensa deposizione di sedimenti marini prevalentemente argillosi confinati, a partire dal Plio-Pleistocene, in una grande depressione nota come Graben del Tevere. A partire dal Pleistocene inferiore si assiste ad una intensa attività tettonica con movimenti che portarono una progressiva modifica dei lineamenti morfologici dell'area con cambiamenti geografici che sviluppano sempre di più gli elementi di continentalità, condizionati dal ripetersi di periodi glaciali e interglaciali che provocarono oscillazioni del livello marino.

Ai depositi argillosi tipici di ambienti di bassa energia seguirono progressivamente verso l'alto sedimenti limosi e sabbiosi che denunciano un periodo di emersione della serie marina.

mandataria



mandante





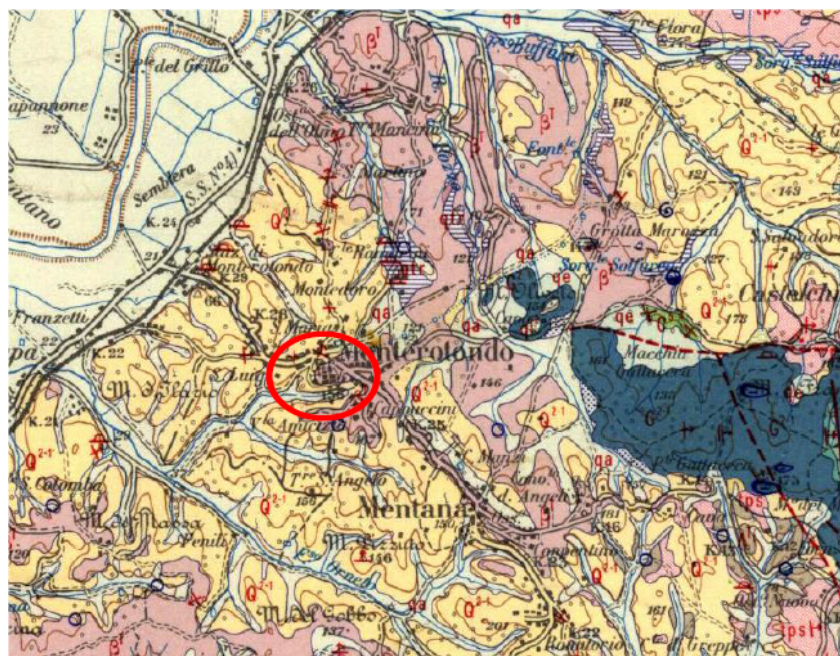
Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

A partire dal Pleistocene medio, la tettonica distensiva favorì la risalita magmatica lungo le principali fratture tettoniche e tutta la fascia peritirrenica laziale fu interessata da un'intensa attività vulcanica cosicché anche la zona a nord di Roma è stata interessata da colate piroclastiche e da piroclastiti di ricaduta, provenienti dai centri di emissione Sabatini e dei Colli Albani, che ricoprono le strutture esistenti e i sedimenti terrigeni plio-pleistocenici. Durante l'attività vulcanica il corso del Tevere subì una deviazione verso est fino ad assumere la posizione attuale.

Successivamente durante l'ultima glaciazione, quando il livello marino scese sino a circa 100 metri sotto il livello attuale, si è verificata per effetto di tale abbassamento del livello del mare, un'intensa fase erosiva e di conseguenza il Tevere, ed i principali corsi d'acqua ad esso collegati incisero profondamente i depositi quaternari e pliocenici arrivando con i fondivalle a quote, rispetto al livello attuale, di oltre -50 metri.

Negli ultimi 15.000 anni, con un progressivo innalzamento del livello marino, si è instaurata una fase deposizionale che ha portato al conseguente ricolmamento delle valli del Fiume Tevere e dei corsi d'acqua affluenti, con materiali alluvionali costituiti da orizzonti ricchi in ghiaia, sabbia e argille con frequenti livelli di torbe.

L'area di progetto è rappresentata nella Carta Geologica d'Italia **"Foglio 144 Palombara Sabina"** scala 1:100.000 riportata a seguire. Tale settore comprende la valle tiberina in sinistra Tevere e la fascia collinare ad est di questa, fino alle propaggini occidentali dei monti Sabini - Cornicolani.



Coperture eluviali e colluviali. (qe). Alluvioni attuali e recenti. (qa).

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.



Alternanze di: tufi di colore ocraceo, tufi litoidi gialli, livelli di lapilli, cineriti, minute scorie leucitiche e pomici bianchi; rari paleosuoli intercalati. Vulcani Sabatini.



Sabbie gialle, talvolta concrezionate, livelli conglomeratici più o meno cementati, prevalenti verso l'alto della formazione, e sabbie argillose, argille grigie più o meno sabbiose, prevalenti verso la base. Frequenti livelli ricchi di macrofauna: *Barbatia (Granoarca) pectinata* (BROCCHI), *Amussium cristatum* (BRONN.), *Chama plocentina* (DE FRANCE), *Turritella (Houastor) tornata* (BROCCHI), *T. (Tarcuoidella) spirata* (BROCCHI), *Aporrhais (Aporrhais) uttingeriana* (RISSO), *Nassarius (Niotha) clathratus* (BORN.). Al tetto crostoni arenacei-conglomeratici ad *Ostrea* sp. e brachiopodi (Via Tiberina Km 6-13). La microfauna è rappresentata da: *Cassidulina laevigata carinata* SILV., *Bulimina elegans* D'ORB., *Globigerina pachiderma* (EHREMB.), *Globorotalia scitula* BRADY, *Rotalia perlucida* HER., ALL. & EARL., *Elphidium decipiens* (COSTA), *E. crispum* (LINNÉ), nonché numerosi esemplari di Rotalidae e Textularidae, (Calabriano); nella parte alta del complesso e limitatamente alla zona tra Rignano F. e Capena, a questa fauna si associano: *Globorotalia truncatulinoides* (D'ORB.), *Cassidulina nercrossi* CUSH., *Lagena castanea* FUNT., *Elphidiella* cfr. *artica* (PARK, & JONES.), (Siciliano). A luoghi (Ponzano) macrofauna di ambiente salmastra: *Potamides giulii* DE STEFANI, *Nassa reticulata* LINNÉ, *Lyrcaea* cfr. *marzolina* (BONELLI). Localmente esili coperture di sabbioni a stratificazione incrociata con concrezioni calcaree (ambiente continentale probabile). (Q¹⁻²). Nella zona a S di Montecelio, ricca microfauna, tra cui: *Globorotalia inflata* (D'ORB.), *G. crotonensis* CONATO & FOLLADORO, *Globigerinoides* spp., *Hopkinsina bononiensis* (FORN.), *Cibicides bellincioni* GIANN. & TAV., *Lagena clavata* (D'ORB.), *Bolivina italica* CUSH., *Laxostomum pseudodigitale* DI NAP., associate a frequentissimi esemplari di Nonionidae e Rotalidae, (Pliocene sup.). (P¹). Calcareni, sabbioni grossolani concrezionati, puddinghe, calcari organogeni, a contatto diretto con i rilievi mesozoici. Abbondante fauna: *Ostrea lamellosa* (BROCCHI), *Clacodora caespitosa* (GUALTIERI), *Balanus* sp. e numerose Rotalidae, Elphidium ed Amphisteginae [*A. lessani* (D'ORB.)]. (QC). Conglomerati in genere cementati, con lenti e livelli di sabbie e sabbie argillose contenenti livelli a fauna continentale (ostracodi dolcicoli e molluschi). Nella zona deltizia, in sinistra del Tevere, compresa tra Roccantica, T. Galantina e Fosso Corese si intercalano livelli, talora lignitiferi, con fauna salmastra: *Rotalia beccarii* (LINNÉ), *R. perlucida* HER., ALL. & EARL., *Elphidium semistriatum* (D'ORB.), *E. decipiens* (COSTA), ostracodi salmastra, piccoli molluschi. (Q^{1-P}).

Il territorio in esame appartiene al versante orientale dell'apparato vulcanico dei Sabatini ed i terreni affioranti provengono dall'intensa attività eruttiva a carattere esplosivo che caratterizzò questo distretto vulcanico tra 600.000 e 330.000 anni fa. I prodotti di tale attività si estendono per diverse centinaia di Km², con spessori notevoli soprattutto in prossimità dei centri d'emissione. Tale apparato vulcanico presenta un magmatismo alcalino potassico prevalentemente esplosivo, con tenore di silicio (SiO₂) inferiore al 50%.

L'attività dell'apparato vulcanico, impostato su una zona particolarmente fagliata e ribassata, si è manifestata sicuramente dopo il Calabriano, benché la massa magmatica abbia iniziato il suo cammino verso l'alto fin dall'Eocene, frastagliandosi e digitandosi; ha così avuto modo di entrare in contatto con le rocce carbonatiche assimilandole ed evolvendosi, fino ad assumere una composizione nettamente leucitica.

Fasi dell'attività vulcanica

1) Fase esplosiva (600.000÷330.000 anni fa)

Tale fase è caratterizzata da un'attività fortemente esplosiva che ha causato la messa in posto del "Tufo Giallo della Via Tiberina" e dei "Tufi Varicolori di Sacrofano". Questa fase fortemente esplosiva terminò circa 330.000 anni fa con la messa in posto del "Tufo di Sacrofano" e con il conseguente collasso calderico dell'edificio.

2) Formazione della depressione vulcano – tettonica del Lago di Bracciano (330.000÷150.000 anni fa)

Durante questa fase si verificò il progressivo svuotamento della camera magmatica principale posta a circa 4 Km di profondità che, insieme ad un'intensa attività tettonica a carattere distensivo, determinò la formazione della depressione vulcano – tettonica attualmente occupata dal Lago di Bracciano.

mandataria



mandante





3) Fase freatomagmatica (150.000÷40.000 anni fa)

L'attività finale del distretto sabatino si manifestò principalmente nel settore orientale con episodi di tipo freatomagmatico dovuti all'interazione magma-acqua che causarono la messa in posto di prodotti piroclastici e lapillosi.

Come si evince dallo stralcio della Carta Geologica d'Italia sopra riportato, la zona in esame è interessata dalla presenza di vulcanici (tufi) ascrivibili all'attività del Distretto Vulcanico dei Sabatini (**βT**).



3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Monterotondo è caratterizzato da un'area ad andamento pianeggiante rappresentata dalla valle dove scorre il fiume Tevere che costituisce l'asta di deflusso principale; la valle risulta confinata lateralmente da rilievi collinari a morfologia arrotondata. La pianura alluvionale del Tevere, presenta una larghezza variabile da 600 a 1.800 metri, e quota compresa tra 20 e 24 m s.l.m. con una pendenza media inferiore al 10%.

Ad est della Piana del Tevere, si rinviene la parte collinare del territorio comunale ove si trova la zona d'intervento, caratterizzato da terreni di copertura sedimentari, vulcanici e calcarei. Su questa copertura, i processi erosivi ed il successivo colmamento delle valli hanno impostato un sistema idrografico molto ben sviluppato con 2 assi drenanti principali rappresentati dal **Fosso della Casetta e dal Fosso della Fiora**, affluenti del Tevere.

L'altro aspetto che caratterizza il territorio è la presenza nelle zone collinari di **cavità sotterranee sparse di varia origine e con diverse funzioni (cave, cunicoli idraulici, ipogei ed altro)**. La presenza di queste cavità è dall'antichità legata allo sviluppo della città che da una parte richiedeva l'uso del tufo come materiale da costruzione (*da ricercarsi anche con cave in sotterraneo*) poi di interventi idraulici (*sistemi di fognatura e drenaggio*), quindi necessitava di maggiori spazi sia di espansione abitativa sia di culto (*ipogei e cimiteri*).

Il rilievo collinare con l'abitato storico di Monterotondo, è caratterizzato da un crinale appiattito e arrotondato con versanti che presentano pendenze variabili da blande a verticali in stretta dipendenza dei litotipi affioranti (*sabbie e ghiaie, limi e argille, piroclastiti*).

Il fiume Tevere pertanto, ha determinato l'evoluzione morfologica del territorio e anche attualmente influenza i processi geomorfologici e le dinamiche attuali. Inoltre, il fiume Tevere rappresenta anche il principale asse di deflusso superficiale del reticolo idrografico naturale, costituito dai numerosi corsi d'acqua che solcano le strutture che delimitano il bacino imbrifero dell'area di Monterotondo oltre alle derivazioni del sistema di regimentazione artificiale.



4. IDROGEOLOGIA

I dati raccolti indicano che esiste una stretta relazione tra il regime delle precipitazioni e i livelli piezometrici della falda idrica superficiale; le escursioni annuali di livello sono molto marcate, specialmente nelle zone più lontane dall'alveo del Fiume Tevere; in vicinanza del fiume, invece, le escursioni tendono a ridursi drasticamente, in quanto i livelli piezometrici sono strettamente collegati al livello idraulico presente nell'alveo del Fiume Tevere, che mantiene una sua costanza nel corso dell'anno idrologico, con l'eccezione di periodi climatici eccezionali.

La Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio - Foglio 4 - scala 1: 100.000 indica che l'area di progetto si sviluppa quasi interamente all'interno del complesso idrogeologico dei tufi stratificati (*indicato in carta con il n°9*).

Gli aspetti idrogeologici dell'area risentono dell'assetto fortemente disomogeneo, sia in orizzontale che in verticale, dei materiali interessati. Per quanto riguarda la circolazione idrica nel settore extracalderico, esso presenta uno schema tipico degli strato-vulcani. E' stata ipotizzata una circolazione con drenaggio centrifugo, attraverso più falde sovrapposte; tale aspetto idrostrutturale giustifica i fenomeni di alimentazione in alveo di alcuni corsi d'acqua che scorrono in direzione radiale rispetto alla culminazione della struttura.

La zona in oggetto è caratterizzata dalla presenza di un complesso idrogeologico che nella "Nuova Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio" a scala 1:100 000 è denominato "**Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche**", essenzialmente costituito da **tufi terrosi, tufi stratificati e breccie piroclastiche in matrice cineritica** di età pleistocenica e spessori variabili dalle decine alle centinaia di metri. ***Questo complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica assumendo il ruolo di limite di flusso e sostenendo quindi le piccole falde superficiali.***

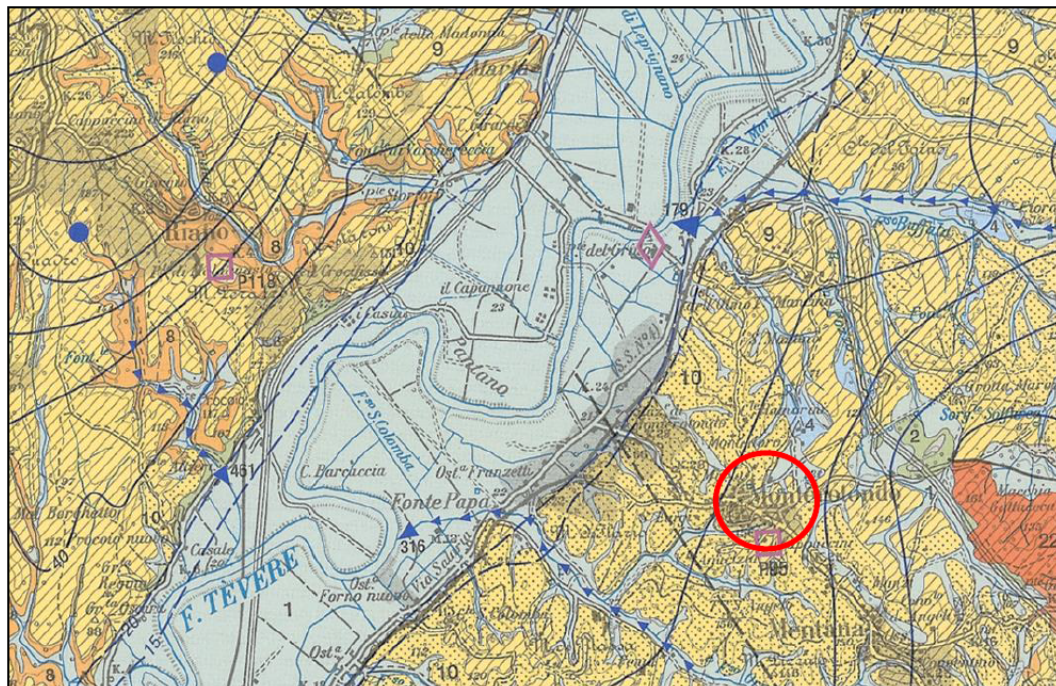
Nelle zone poste ad ovest rispetto all'area strettamente in esame, ovvero in corrispondenza dei settori immediatamente adiacenti all'alveo del Fiume Tevere, sia in destra che in sinistra idrografica, si ha la presenza di un complesso idrogeologico che nella "Nuova Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio" a scala 1:100 000 è denominato "**Complesso dei depositi alluvionali recenti**", il quale è caratterizzato da sedimenti alluvionali attuali e recenti e relative coperture eluviali e colluviali. A causa della sua eterogeneità granulometrica, il complesso è caratterizzato da una permeabilità e relativa potenzialità acquifera molto variabile.

Ai fini della determinazione della permeabilità dei terreni si può affermare che **i termini affioranti possiedono una infiltrazione efficace mediamente elevata** per effetto delle loro caratteristiche tessiturali, oltre che per la morfologia. Le colate laviche, se presenti, rappresentano linee di drenaggio preferenziali per la circolazione delle acque sotterranee, in quanto possiedono una elevata fratturazione che gli conferisce alta permeabilità.



Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Nella zona in oggetto è presente una falda di base posta a profondità maggiori di – 50 mt dal p.c. e pertanto si può ragionevolmente escludere l'interazione della stessa con l'opera in progetto.



1	COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture alluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
9	COMPLESSO DEI TUFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa Tufi stratificati, tufi terrosi, breccia piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (PLEISTOCENE). I termini del complesso si presentano interdigitati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definire lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.
10	COMPLESSO DEI DEPOSITI CLASTICI ETEROGENEI - potenzialità acquifera bassa Depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso - argillosi a luoghi cementati in facies marina e di transizione, terrazzati lungo costa, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente dellizio (PLIOCENE - OLOCENE). Spessore variabile fino a un centinaio di metri. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa. Dove sono prevalenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde di interesse locale.

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.



*Come evidente dallo Stralcio ripreso dal “Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)”,
Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana, Tav. 50, Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Scala 1:10 000 l'area d'intervento
NON È PERIMETRATA IN ALCUNA CLASSE DI RISCHIO.*

Inventario dei fenomeni franosi				Situazioni di rischio da frana			
fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno nativo	fenomeno presunto	fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno nativo	fenomeno presunto
frana per crollo o ribaltamento				area a calanchi o in erosione			
frana per scivolamento				frana presunta			
frana per colamento				orlo di scarpata di frana			
frana complessa				frana non cartografabile			
area con franosità diffusa							
area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGP)							
area interessata da deformazioni superficiali lente e/o scivolo							
falda e/o cono di detrito							
debris flow (colata di detrito)							

5. SISMICITA'

5.1 storia del quadro normativo in materia antisismica

L'esecuzione delle indagini e la stesura della relazione sono state condotte secondo i criteri generali stabiliti dalle norme in vigore e dagli standard di lavoro pubblicati. In particolare è stato fatto riferimento ai seguenti documenti normativi e legislativi:

- **O.P.C.M. n.3274 del 2003**

Il riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. E' in questa ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base al parametro Vs30.

- **DGR Lazio n. 7566 01 agosto 2003**

Prime disposizioni per la riclassificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione della OPCM 3274/2003

- **NTC 23 settembre 2005**

Il 23 settembre 2005 vengono pubblicate in Gazzetta Ufficiale le nuove NTC, che contengono tutta la normativa italiana relativa alla progettazione degli edifici.

- **OPCM n. 3519 28 aprile 2006**

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

- **DM 14 gennaio 2008**

mandataria



mandante





Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in Gazzetta Ufficiale il DM 14 gennaio 2008 contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, la cui entrata in vigore era prevista per il 5 marzo 2008. Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008, che rappresenta – ha spiegato il Ministero – “la più avanzata espressione normativa a tutela della pubblica incolumità nel settore delle costruzioni”.

- **DGR Lazio n.387 del 22 maggio 2009 e s.m.i.**

Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03.

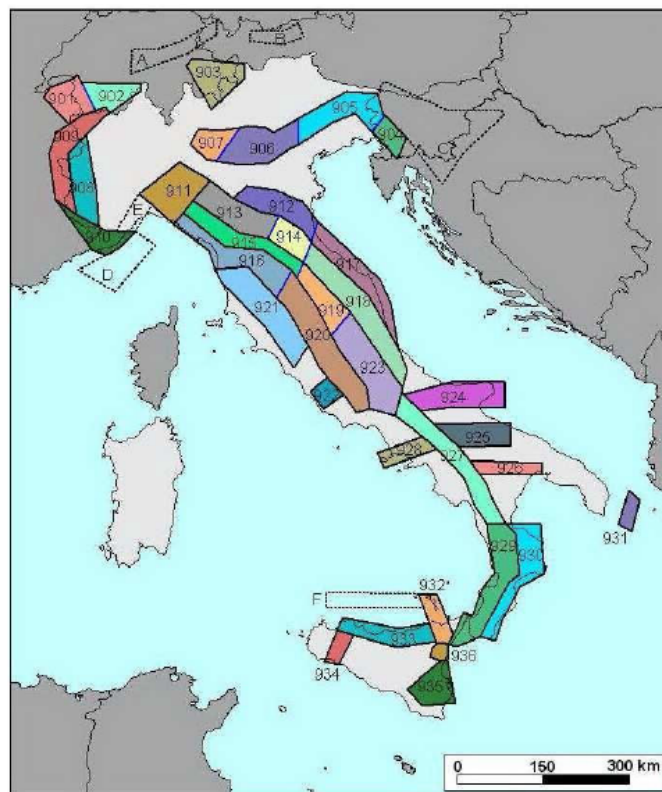
- **DM N. 8/2018**

In data 17 gennaio 2018 è stato pubblicato il decreto del Ministero delle infrastrutture dei trasporti n. 8/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” entrato in vigore il 22 marzo 2018 che ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui in data 21 gennaio 2019 sono state pubblicate le istruzioni per l'applicazione.

5.2 inquadramento sismotettonico

Il territorio nazionale è caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce a caratteristiche sismiche omogenee, variamente orientate, denominate Zone Sismogenetiche. La zonazione ZS9 (INGV, 2004), già evoluzione di zonazioni precedenti (ZS4, 2000) mette in risalto la disposizione di tali zone; essa è stata elaborata in modo da soddisfare alcuni requisiti fondamentali, tra i quali è opportuno citare:

- la possibilità di fornire, per ogni ZS, una stima di profondità dei terremoti utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- fornire, per ogni ZS, un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate su tale meccanismo, mediante i coefficienti proposti tramite appositi algoritmi.



Zonazione sismogenetica del territorio nazionale (INGV, 2004). I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità.

I dati di sismicità ottenuti dai database di riferimento sono stati gestiti in associazione con gli elementi descritti attraverso la zonazione ZS9, allo scopo di predisporre gli elementi di ingresso per il calcolo della pericolosità sismica sull'intero territorio nazionale. *Il territorio in esame compreso fra l'estremo nord del comune di Roma (Municipio III) e il comune di Monterotondo ricade in parte nella Zona Sismogenetica 920 che coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità generalmente di bassa energia che solo sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.* Le attuali strutture tettoniche dell'appennino derivano da due distinte fasi:

- ✓ una prima fase di tettonogenesi che va dal trias superiore al miocene medio (con una durata di circa 170 milioni di anni) durante la quale si origina un'alternanza di aree di alti paleostrutturali più stabili e poco subsidenti ed aree più prettamente subsidenti
- ✓ una seconda fase, di orogenesi che dopo un periodo di arresto della subsidenza fra il Miocene superiore ed il pliocene inferiore, è invece caratterizzata da rapidi sollevamenti, accompagnati da locali fenomeni di subsidenza che generano le fosse intermontane.

La natura relativamente recente (*pliocenico-quadernaria*) delle unità affioranti nell'area romana fanno sì che le osservazioni dirette di faglie e fratture siano globalmente scarse, con rigetti in genere modesti in funzione di litologie per altro poco conservative. Dati recenti hanno consentito di confermare l'esistenza

mandataria



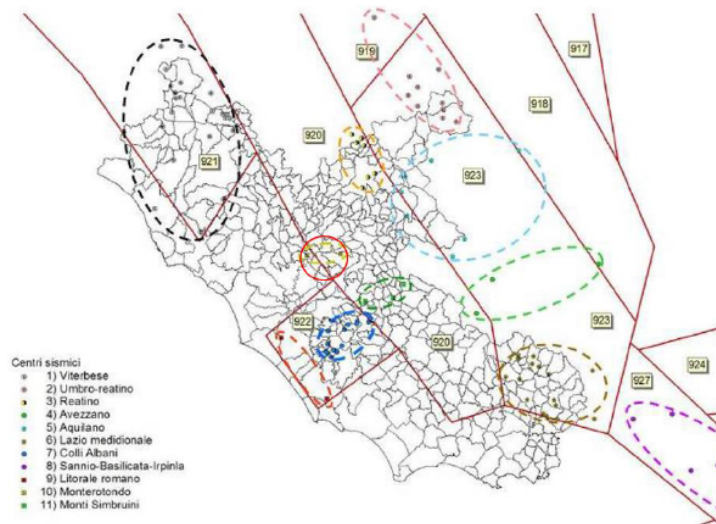
mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

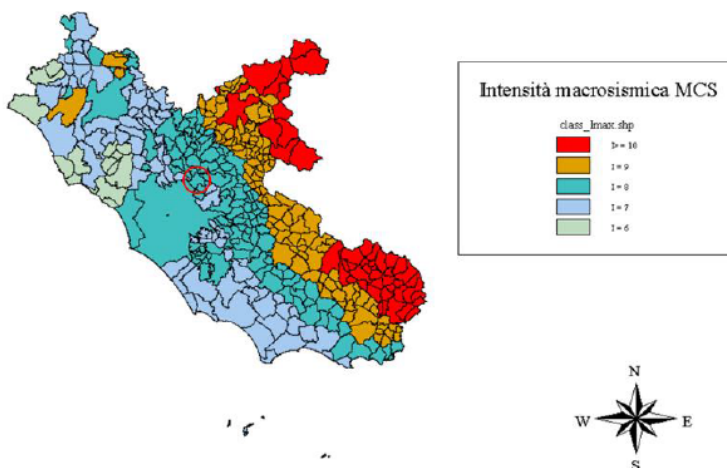
di elementi tettonici che interessano la formazione delle argille grigio azzurre plioceniche con una fase tettonica prevalentemente posizionata al passaggio fra pliocene superiore e pliocene inferiore e caratterizzata da sistemi coniugati orientati tra NO-SE e NNO-SSE con una generale immersione verso SE.



Localizzazione dell'area di intervento e zone sismogenetiche per la regione Lazio.

Il Lazio, è attraversato da fasce allungate preferenzialmente in direzione NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena montuosa appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino. Le fasce sismiche presenti determinano una distribuzione degli effetti sismici differenziati a seconda dei vari territori della regione: con massimi danneggiamenti nelle zone pedemontane del reatino e del frusinate e gradualmente minori spostandosi verso le aree costiere.

Come si evince dalla Mappa delle Massime Intensità Macrosismiche osservate – I_{max} negli ultimi 1.000 anni la metà dei comuni della Regione hanno risentito di intensità comprese fra l'VIII/IX° della scala MCS. Inoltre, si nota come nel frusinate e nel reatino non vi siano comuni che abbiano risentito intensità macrosismiche inferiori all'VIII° della scala MCS.



Mappa delle Massime Intensità

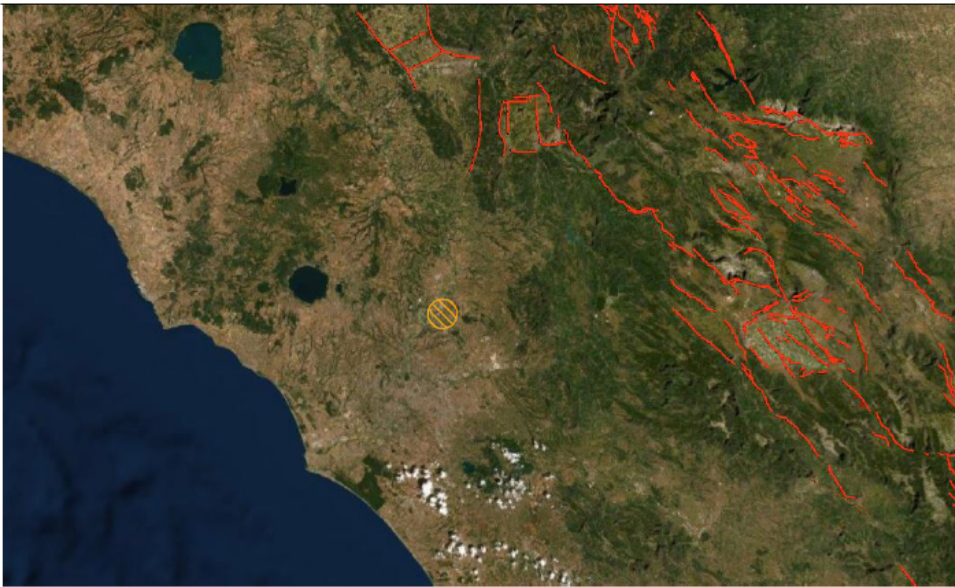
Per il territorio in esame (Settore settentrionale del III Municipio del comune di Roma e comune di Monterotondo) è stata stimata un'intensità macrosismica I_{max} pari ad 8 della scala MCS.

mandataria



mandante

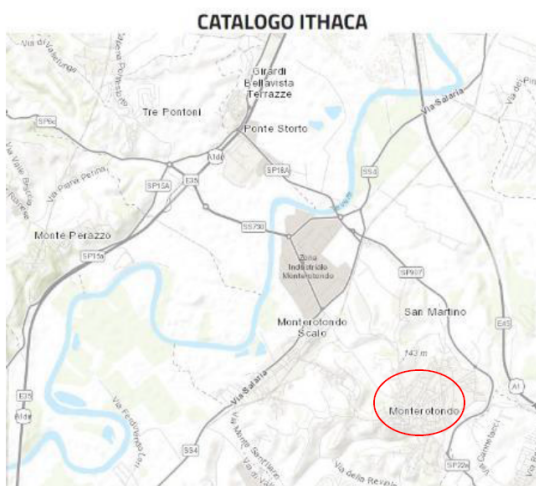




La figura di fianco, illustra l'ubicazione delle cosiddette "faglie capaci" nell'intorno dell'area di Monterotondo, la cui presenza è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA, disponibile on-line presso il Servizio Geologico Nazionale (ISPRA, 2011).

Mappa delle faglie capaci estratta dal "Catalogo delle Faglie Capaci (ITHACA-ISPRA)" con in evidenza la zona di progetto

Il termine faglie capaci è utilizzato per descrivere le faglie 'sismiche' con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni, potenzialmente capaci di produrre deformazioni in superficie. La riattivazione di faglie capaci in occasione di eventi sismici di intensità elevata è in grado di produrre fenomeni di rottura superficiale in prossimità delle aree epicentrali. **Dall'analisi del suddetto catalogo NON SI RILEVA la presenza di faglie capaci nelle aree prossime alla zona di studio.**



Mappa di dettaglio estratta dal "Catalogo delle Faglie Capaci (ITHACA-ISPRA)" che evidenzia l'assenza di faglie capaci nell'area di progetto

5.3 sismicità storica

L'analisi della sismicità storica per l'area oggetto di studio è stata condotta consultando il Database Macrosismico Italiano DBMI15, 2015 (*disponibile nel portale dell'INGV*), da fonti storiche e informazioni reperibili in letteratura. Il DBMI fornisce un set di dati d'intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani dal 1000 al 2014. Per ogni evento nel database è riportata l'indicazione della data, la descrizione dei danni e la stima dell'Intensità macrosismica secondo la scala EMS98 (*European Macroseismic Scale; Grünthal, 1998*).



Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Effecti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1484	01	19				Sabina	6	6-7	5.02
5	1750	02	08				Colli Albani	6	5	4.50
F	1751	07	27	01			Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
4	1876	10	26	14	18		Monti Prenestini	29	7	5.06
5-6	1892	01	22				Colli Albani	81	7	5.14
3	1894	10	29	03	58		Alto Aniene	13	5	4.12
4-5	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83
4-5	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.80
4-5	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10
6	1901	04	24	14	20		Sabina	44	8	5.25
5	1902	10	23	08	51		Reatino	77	6	4.74
4-5	1904	02	24	15	53	2	Marsica	56	3-9	5.68
2-3	1904	02	25	00	29	1	Marsica	34	5-6	4.96
4	1909	08	31	13	41		Roma	44	5	4.15
5	1911	04	10	08	43		Colli Albani	78	6	4.74
7-8	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
4-5	1917	07	08	02			Appennino laziale-abruzzese	44	5-6	4.68
4	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22
4-5	1922	12	29	12	22	0	Val Roveto	119	6-7	5.24
3-4	1923	05	13	14	30	5	Valle del Salto	21	5	4.33
3	1927	10	11	14	45	0	Marsica	81	7	5.20
4-5	1927	12	26	15	06	1	Colli Albani	38	7	4.89
2	1930	10	30	07	13		Senigallia	260	8	5.33
3	1957	04	11	16	19		Valle del Salto	46	6	4.94
1	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04
2-3	1961	04	10	06	56		Alto Aniene	19	6	4.55
2	1961	10	31	13	37		Reatino	84	8	5.09
4-5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
NF	1980	10	01	00	57	3	Frusinate	41	5	4.26
3	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
3	1989	10	23	21	19	1	Colli Albani	65	6	4.32
NF	1995	06	12	18	27	4	Campagna romana	125	5-6	3.79
1	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997	11	08	02	20	2	Monti Tiburtini	91	5-6	4.19
4-5	2000	06	27	07	32	3	Valle dell'Aniene	138	6	4.24
NF	2001	03	23	00	50	1	Sabina	85	5	3.77
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Il DBMI15 presenta le intensità adottando lo standard proposto da AHEAD, cioè numeri arabi interi e, nel caso di attribuzioni incerte si indicano i due estremi separati da un trattino (es.: 5-6, 7-8). Tale standard applica rigorosamente anche le indicazioni delle scale macrosismiche, secondo cui non è possibile assegnare un'intensità a edifici isolati o territori estesi, nei cui casi si altera l'intensità riportata dallo studio originale. Se le informazioni disponibili non sono considerate sufficienti per stimare un'intensità, è possibile adottare codici descrittivi come "D" per danno, o "F" per sentito ("Felt"). L'areale in esame ricade inizialmente nella parte finale del

territorio del III municipio del comune di Roma, per poi passare ad interessare il territorio del comune di Monterotondo.

Nella tabella sono riportati gli effetti risentiti, estratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (*Gruppo di Lavoro CPTI*) dell'INGV riferiti al comune di Monterotondo che risulta più vicino alle sorgenti

Codice	Val. ass.	Descrizione	MDP
RS	-	Registrazione strumentale. Osservazioni scartate	-
NR	-	Non riportato (<i>Not Reported</i>). Osservazioni scartate	-
W	-	Onde anomale, tsunami (<i>sea Waves</i>). Oss. scartate	-
E	-	Effetti ambientali (<i>Environmental effects</i>). Oss. scartate	-
G	0.2	Indicazione generica di danno a un sito	5
NF	1	Non percepito (<i>Not Felt</i>)	24012
NC	1.8	Non classificato (<i>Not Classified</i>)	111
SF	2.9	Percepito leggermente (<i>Slightly Felt</i>)	49
F	3.9	Percepito (<i>Felt</i>)	5146
HF	5.1	Percepito distintamente (<i>Highly Felt</i>)	118
SD	5.6	Danno leggero (<i>Slight Damage</i>)	22
D	6.4	Danno (<i>Damage</i>)	679
HD	8.6	Danno grave (<i>Heavy Damage</i>)	184

sismogenetiche e risulta maggiormente valido come riferimento.

Il Database Macrosismico Italiano 2015 riporta per l'area in esame (*area di Monterotondo*) n° 39 eventi.

Le intensità seguono la normalizzazione effettuata dal DBMI15 che seguono i codici riportati nelle tabelle A e B a seguire.

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Intensità originale	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5	5-6	MDP
no SC											91116
AL											106
CQ											32
DL	NF	1-2	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5	5-6	53
SS	(1)	(1.5)	(2)	(2.5)	(3)	(3.5)	(4)	(4.5)	(5)	(5.5)	241
MS											3603
UL											43
IB	NF		SF		F		HF		SD		87
TE	(1)		(2.9)		(3.9)		(5.1)		(5.6)		28

Intensità originale	6	6-7	7	7-8	8	8-9	9	9-10	10	10-11	MDP
no SC											20135
AL											42
CQ											12
DL	6	6-7	7	7-8	8	8-9	9	9-10	10	10-11	146
SS	(6)	(6.5)	(7)	(7.5)	(8)	(8.5)	(9)	(9.5)	(10)	(10.5)	207
MS											517
UL											33
IB											77
TE		D				HD					25
		(6.4)				(8.6)					

Normalizzazione delle intensità originali per tipologia di località particolari. Tra parentesi è indicato il valore numerico associato ad uso interno di DBMI.

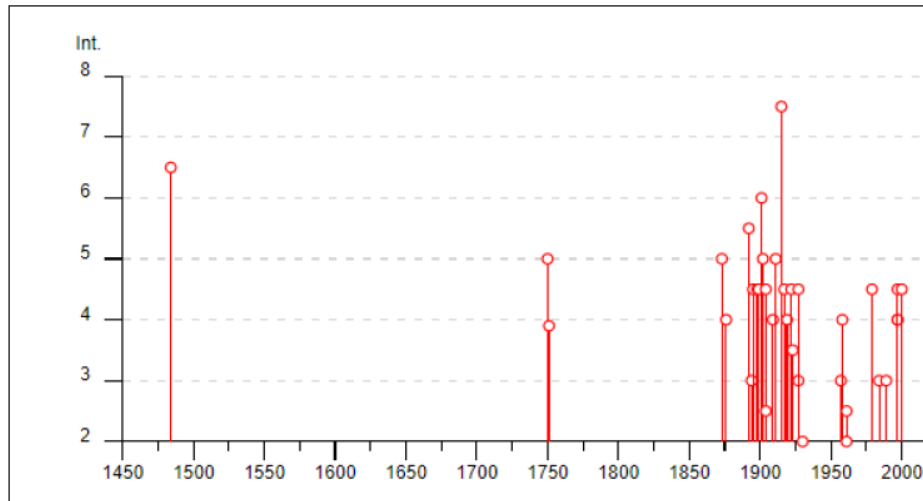
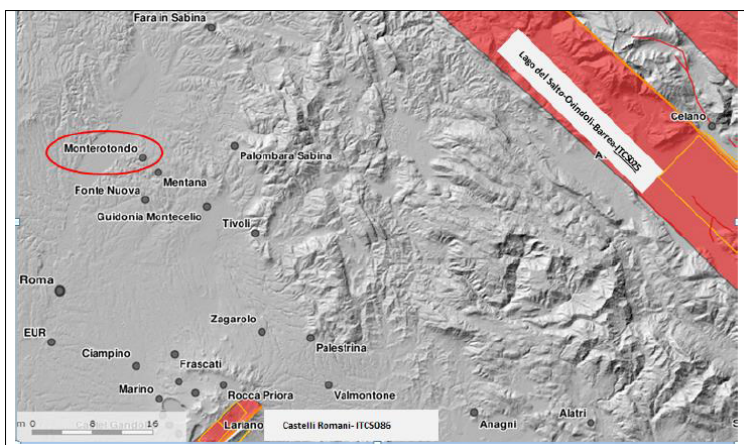


Grafico di distribuzione tempo-intensità risentita al sito di interesse (Is) dei terremoti verificatisi nell'area di Monterotondo dall'anno mille all'anno 2017 con intensità risentita pari o superiore al IV grado MCS (fonte INGV)

Nel grafico distribuzione tempo-intensità degli eventi sismici rilevati per l'area d'interesse (fonte

INGV) di lato si riportano gli andamenti delle intensità degli eventi sismici nel tempo, il grafico considera tutti i terremoti con intensità comprese tra 2 e 8 per un arco temporale dal 1450 al 2020.

Come si evince a partire dal 1850 si è verificato un aumento degli eventi sismici, la zona infatti risente delle seguenti sorgenti sismogenetiche composite: la sorgente "Salto Lake-Ovindoli-Barrea-ITCS025" ad est e a sorgente composita "Castelli Romani- ITCS086" a sud.



Mappa delle sorgenti sismogenetiche estratta dal "Database of Individual Seismogenic Sources (DISS-version 3)".

La sorgente composita **Salto Lake-Ovindoli-Barrea** si trova a cavallo della dorsale dell'Appennino centrale tra i rilievi della pianura reatina (a nord-ovest) e l'alta valle del Sangro R. (a sud-est),

attraversando la pianura del Fucino. Questa sorgente fa parte del nucleo del sistema di faglie normali dell'entroterra abruzzese che segna il confine estensionale occidentale dell'Appennino centrale.

I cataloghi storici e i rilevamenti strumentali (Boschi et al., 2000; CPTI Working Group, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) evidenziano che questa zona è caratterizzata da una magnitudo compresa tra $4,5 < M_w < 5,0$, riflettendo uno scenario di danno particolarmente significativo. Infatti questa sorgente è stata

mandataria



mandante





colpita da vari terremoti complessi e distruttivi; tra i principali si ricordano quello del 9 settembre 1349 (con *Mw 6.5, Aquilano*) e quello del 13 gennaio 1915 (*Mw 7.0, Avezzano*). Quest'ultimo è sicuramente uno dei terremoti più studiati della storia sismica italiana, vista anche la sua insorgenza entro il XX secolo. Infine, all'estremità meridionale di questa sorgente, si è verificato il terremoto dell'Appennino Abruzzese del 7 maggio 1984 (*Mw 5.9*).

Uno dei segmenti di questa faglia è stato responsabile del catastrofico evento del 1915, e a sud della sorgente, un'ulteriore faglia ha causato l'evento del 1984, che si rivela abbastanza significativo per la sua posizione al passaggio tra i sistemi di faglia normale di grandi dimensioni con immersione SW (*in Abruzzo*) e di NE (*in Molise*) dal centro all'Appennino meridionale. Alcuni segmenti di questa sorgente sono stati associati a terremoti distruttivi chiave che si sono verificati in quest'area.

Parametri della zona sismogenetica *Salto Lake-Ovindoli-Barrea*

- **Profondità massima: 1.0**
- **Profondità minima: 14.5**
- **Magnitudo massima: 6.7**

La sorgente composita "**Castelli Romani- ITC5086**" si trova a cavallo della spalla meridionale e sudoccidentale del Complesso Vulcanico dei Colli Albani, a circa 30 km a SE di Roma. Questa sorgente è caratterizzata dalla presenza di una faglia normale ad angolo alto, con immersione NW, perpendicolare al margine tirrenico tendente NW-SE della regione Lazio. La zona interessata è quella situata sul bordo settentrionale del complesso vulcanico dei Colli Albani, un'area dove in tempi geologicamente recenti sono stati attivi alcuni crateri vulcanici. I cataloghi storici (*Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al., 2007*) mostrano una concentrazione di terremoti che hanno provocato effetti da moderati a molto importanti. In particolare, questa regione è stata interessata dal 1° giugno 1829 (*Mw 5.2, Colli Albani*), 13 luglio 1810 (*Mw 5.2, Albano*), 6 febbraio 1884 (*Mw 5.2, Albano*), 17 gennaio 1886 (*Mw 5.2, Albano*), 22 gennaio 1892 (*Mw 5.2, Colli Albani*), e il 26 agosto 1806 (*Mw 5.6, Colli Albani*).

La sorgente si basa sul principale sistema di faglie orientate NE-SW presente nell'area del Complesso dei Colli Albani (*De Rita et al., 1988; Faccenna et al., 1994; De Rita et al., 1995a; Giordano et al., 2006*), e sul modello strutturale principale, desunto dai dati geomorfologici (*Caputo et al., 1995*).

Il segmento principale di questa sorgente è stato associato al terremoto del 26 agosto 1806. Parametri della Zona Sismogenetica *Castelli Romani*:

- **Profondità massima: 1.0**
- **Profondità minima: 14.5**
- **Magnitudo massima: 5.6**

In conseguenza dei recenti eventi sismici che hanno interessato la provincia di Roma e la città stessa (*sisma del 23 giugno 2019 con magnitudo 3.6 località Colonna*) l'INGV ha spiegato come osservando i fenomeni sismici recenti, dal 1985 ad oggi, si nota che sono 5 gli eventi di magnitudo pari o superiore a 3.0 con epicentri molto vicini tra di loro. La zona interessata è quella situata sul bordo settentrionale del complesso vulcanico

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

dei Colli Albani, un'area dove in tempi geologicamente recenti sono stati attivi alcuni crateri vulcanici. Si tratta di una zona che si trova compresa tra l'area sismica dei Colli Albani a sud, la quale è caratterizzata da una sismicità superficiale e la catena appenninica a est, dove invece si sono registrati eventi sismici con una magnitudo "importante".

Generalmente nell'area romana, e pertanto nella zona interessata dai lavori di progetto (Monterotondo) gli eventi sismici hanno raggiunto la magnitudo 4. Per quanto riguarda i terremoti recenti non sono avvertiti "di riflesso" come nel caso di quelli dell'estate del 2016 ma si tratta di eventi sismici generati da una faglia che si estende parallelamente alla dorsale appenninica.

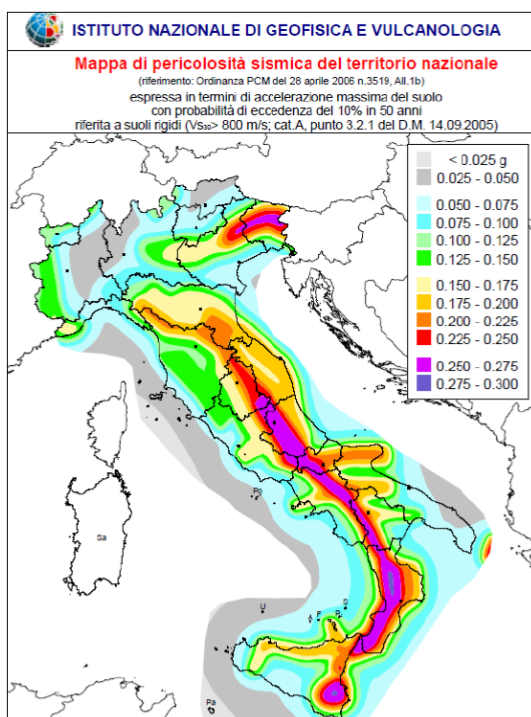
La provincia di Roma è ricompresa, quindi, nella zona a bassa sismicità che comprende i Comuni che "possono essere soggetti a modesti scuotimenti". Le zone sismogenetiche del Lazio che si trovano nell'area romana comprendono, oltre all'area vulcanica dei Colli Albani, anche la valle dell'Aniene, i monti Tiburtini e Prenestini, il Frusinate e i monti Vulsini e poi via via verso il rietino e la zona di Amatrice.

Il rischio sismico del territorio, pertanto aumenta man mano che ci si sposta verso la catena appenninica.

In conclusione, per quanto riguarda la zona di Monterotondo, nonostante non sia interessata direttamente dalla presenza di faglie capaci e zone sismogenetiche, la conformazione geologica e stratigrafica del sito in esame, dà luogo a fenomeni di amplificazione delle onde sismiche, facendo sì che anche eventi sismici distanti vengano avvertiti nell'area.

5.4 pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica è da intendersi come "grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed



in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane".

L'analisi del livello di pericolosità distingue quindi due fasi: la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche; l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico prodotta dalle reali caratteristiche del terreno, dalla successione litostratigrafia locale, dalle condizioni morfologiche, unitamente alla possibilità di sviluppo di effetti cosismici: fagliazione superficiale, fenomeni di densificazione, fenomeni di liquefazione,

mandataria



mandante

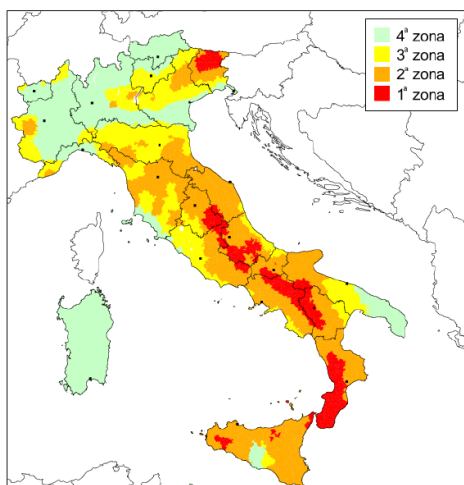




Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc. Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi e amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Fino al 2003, la classificazione sismica del territorio nazionale era riconducibile alla mappa di classificazione sismica prodotta dal Gruppo di Lavoro (GdL, 1999), istituito dal Servizio Sismico Nazionale su indicazione della Commissione Grandi Rischi della Protezione Civile. L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri OPCM 3274/2003, rappresenta una prima risposta alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico. Con tale strumento si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei Comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/2006. L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV – DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/2006. Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). A ciascuna zona è attribuito un valore di pericolosità di base espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g); tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Di seguito si riporta la carta di pericolosità sismica del territorio nazionale:

La mappa delle zone sismiche del 2003, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche sulla base del



valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

I valori di accelerazione orizzontale massima (a_g) per le varie zone

Zona sismica	Descrizione
Zona 1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
Zona 4	È la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

sismiche sono riportate nella tabella seguente:

Zona Sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

mandataria



mandante



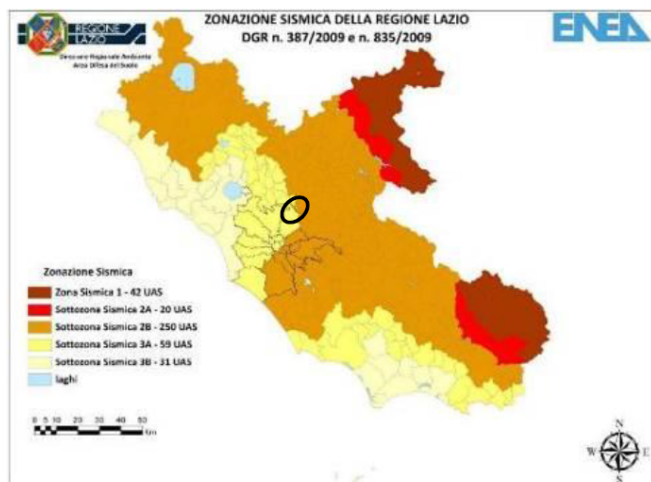


Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

L'analisi della sismicità nel territorio romano evidenzia che i valori di accelerazione al suolo (a_g) della zona costiera (*Ostia*) differiscono significativamente da quelli delle zone in prossimità dei Colli Albani o dei Monti Tiburtini e Prenestini, pertanto la Regione Lazio nel 2009 ha elaborato una nuova classificazione dove il territorio di Roma è passato dall'essere classificato in un'unica zona sismica (*zona 3*) ad una suddivisione in Unità Amministrative Sismiche (U.A.S.) che coincidono con i Municipi (*i cui confini sono stati ridefiniti con la deliberazione di Giunta Capitolina n.392/2013*).

Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio secondo il DGR n. 387/2009 e n. 835/2009 con ubicazione dell'area in esame

La diversa attribuzione ad una zona sismica comporta una differente applicazione della normativa, in particolare in sede di strumenti urbanistici. Secondo quanto previsto nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22



maggio 2009 e con la D.G.R. n. 571 del 2 agosto 2019 **il comune di Monterotondo ricade nella categoria 2B (Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. Nella Tabella che segue si riassumono le categorie sismiche:**

Comune	Nuova Zona sismica DGR 387/09 e DGR 835/09	Zona sismica ai sensi della OPCM 3274/03 e precedente DGR 766/03
Monterotondo	Zona 2B	Zona 2

Classificazione sismica del comune di Monterotondo

Nella tabella che segue si riportano i valori di accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della regione Lazio., da cui si evince una A_g compresa fra 0,15 e 0,20 per il comune di Monterotondo e una A_g compresa fra 0,10 e 0,15 per il III municipio di Roma

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

mandataria



mandante

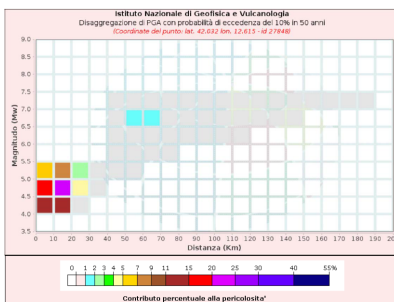




Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate nel 2008 ed aggiornate nel 2018, è allegato un documento sulla pericolosità sismica (*Allegato A*), che prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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.



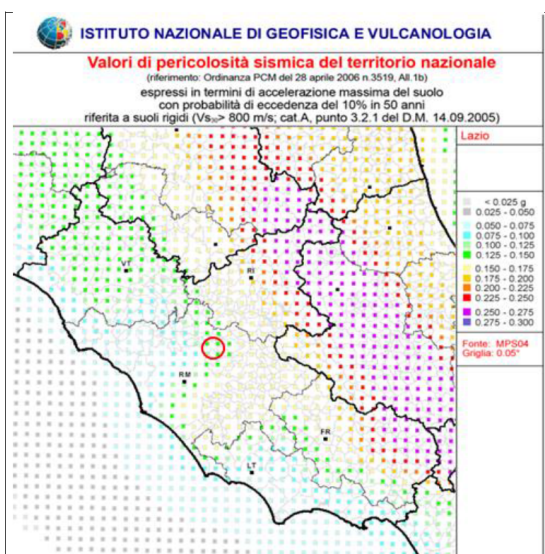
Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento; cfr. Figura 26 e 15, Tr 475 anni*), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (*variabili tra 30 e 975 anni*).

Le figure 26 e 27 riportano i valori di pericolosità sismica secondo l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b per l'area in esame. Nella mappa, pubblicata dall'INGV, vengono rappresentati i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (*periodo di ritorno di 475 anni*) della PGA (*acronimo di Peak Ground Acceleration*). Dalla Figura è possibile evincere che l'area in oggetto ha una PGA (*accelerazione di picco su terreno rigido*) dell'ordine di 0.100 - 0.150g.

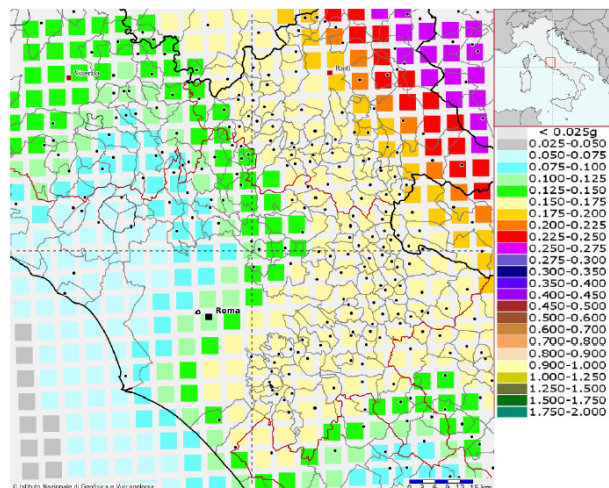
Mappa di pericolosità sismica della regione Lazio (fonte INGV)

Mappa di pericolosità sismica per la zona di Monterotondo (fonte INGV)

Infine, attraverso il processo di disaggregazione è possibile valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità sismica di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in



Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)
Informazioni sul nodo con ID: 27848 - Latitudine: 42.032 - Longitudine: 12.615



mandataria



mandante





magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (*terremoto di scenario*) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Di seguito si riportano le mappe e i grafici di disaggregazione ricavati per l'area di progetto da cui risulta che il terremoto che domina lo scenario di pericolosità presenta magnitudo M= 4.94 ad una distanza R dal sito di 18.4 km

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza	Magnitudo										
in Km	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	14.8000	19.6000	5.7600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	11.4000	20.8000	7.9500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.9500	4.0500	2.6100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.94

distanza = 18.4

epsilon = 1.37

5.5 velocità sismica equivalente $V_{s,eq}$ e categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale, si valuta mediante specifiche analisi (cap. 7.11.3 delle NTC2018), oppure si può fare riferimento all'approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . Nello specifico, ai fini della classificazione del sottosuolo, con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, si fa riferimento alla $V_{s,eq}$, velocità equivalente delle onde di taglio, e non più alla $V_{s,30}$ (NTC 2008).

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Con h_i = spessore dello stato i -esimo;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione.



Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo per le quali è possibile il ricorso all'approccio semplificato, secondo le NTC 2018; nella determinazione della risposta sismica locale sono le seguenti:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
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 m/s 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.

Nel progetto in esame sono state effettuate le seguenti indagini geofisiche che hanno consentito di valutare la velocità delle onde S (V_s) e delle onde P (V_p)

- **n. 2 prospezione sismica a rifrazione tomografica** **n. 2 prospezioni sismiche MASW** **n. 3 HVSR**

La prospezione sismica a rifrazione ha permesso di ricostruire il modello simostratigrafico del terreno individuando la presenza di tre sismostrati:

- *Il primo sismostrato si attesta ad una profondità massima dal piano campagna pari ad 2,0 m, ed è costituito da terreno vegetale. La velocità delle onde di taglio è inferiore a 200 m/s.*
- *Il secondo sismostrato, la cui interfaccia ha una morfologia irregolare, si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 4 e 8 m, ed è costituito da limo argilloso sabbioso. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 200 e 400÷500 m/s.*
- *Il terzo sismostrato, che si estende sino al termine della pseudosezione, è costituito da limi argillosi maggiormente consistenti. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 400÷500 e 630 m/s.*

Per il calcolo della Velocità Sismica equivalente ($V_{s,eq}$) secondo le NTC 2018, sono stati elaborati i risultati delle indagini MASW, da cui sono state ricavate una velocità sismica equivalente pari a 301 m/s (MASW 1) e di 328 m/s (MASW 2), **pertanto, entrambe riferibili ad una categoria di sottosuolo 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.*

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Riassumendo tutte le indagini eseguite hanno evidenziato una categoria di suolo "C".

Per quanto riguarda l'analisi della risposta sismica locale in relazione alle condizioni topografiche del sito, le NTC2018 prevedono la seguente suddivisione in categorie topografiche.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categorie Topografiche (Tab. 3.2.III D.M. 17/01/2018)

Dall'analisi morfologica emerge che il sito rientra nella categoria T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media inferiore a 15° ".

In funzione delle categorie topografiche sopradescritte e dell'ubicazione dell'opera sono stati definiti i valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T (Tab. 3.2.V D.M. 17/01/2018)

Dalla tabella emerge che per il sito in questione si può adottare $S_T=1.0$.

La classe di costruzione di riferimento è la **classe II "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali"** per la quale il coefficiente d'uso C_u è pari a 2 e la Vita Nominale V_N è stata assunta pari a 50 anni.

5.6 microzonazione sismica di I livello

Il territorio del comune di Monterotondo è stato nel 2013 interessato da uno studio di Microzonazione sismica di I livello eseguito da un gruppo coordinato dal Dr. Geol. Roberto Agnolet et Alti e successivamente validato dalla regione Lazio.



Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Lo studio ha consentito di elaborare la “carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica -MOPS-”. Tale elaborato fa ricadere l'area di Piazza Libertà di Monterotondo tra le aree stabili (ZAS2 e ZAS3), ma suscettibili di fenomeni di amplificazione sismica locale. Inoltre, per l'area stessa si segnala la presenza di cavità. Di seguito si riporta uno stralcio della suddetta carta in scala 1:10 000 con un estratto della legenda originaria



5.7 definizione dell'accelerazione sismica di progetto

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, è stato ricavato puntualmente per il sito in esame attraverso il foglio Excel "Spettri-NTC ver. 1.0.3", disponibile on-line sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, facendo riferimento agli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto.

Nello specifico, considerando la variabilità dei parametri che definiscono lo spettro di risposta, si riportano di seguito i risultati ottenuti con riferimento alle coordinate del punto ubicato nella zona centrale della Piazza.

mandataria



mandante





Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

L'accelerazione massima attesa al sito a_{max} , con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), è data da:

$$a_{max} = S \times a_g \quad \text{dove}$$

$$a_g = 0.158 \quad S = S_T \times S_S \quad S_S = 1.461 \quad S_T = 1.0$$

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 12.6196, LATITUDINE 42.0535

Ricerca per comune: REGIONE Lazio, PROVINCIA Roma, COMUNE Monterotondo

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri, Tabella parametri

Elaborazioni numeriche: Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento: Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate (STAT) del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n : 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u : 2 info

Valori di progetto: Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_n : 100 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $P_{VE} = 61\%$: 60, SLD - $P_{VE} = 63\%$: 101

Stati limite ultimi - SLU: SLV - $P_{VE} = 10\%$: 949, SLC - $P_{VE} = 5\%$: 1950

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

Strategia di progettazione: T_R [anni] vs P_{VE} [%]

LEGENDA GRAFICO: --- Strategia per costruzioni ordinarie, - - - Strategia scelta

INTRO **FASE 1** **FASE 2** FASE 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,061	2,534	0,278
SLD	101	0,073	2,539	0,289
SLV	949	0,158	2,516	0,325
SLC	1950	0,195	2,521	0,333

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite: Stato Limite considerato SLV info

Risposta sismica locale: Categoria di sottosuolo C info, $S_w = 1,461$, $C_c = 1,521$ info, Categoria topografica T1 info, $h/H = 0,000$, $S_T = 1,000$ info (In quota sito, (altezza rilievo topografico))

Compon. orizzontale: Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ [%]: 5, $\eta = 1,000$ info, Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q : 3, Regol. in altezza no info

Compon. verticale: Spettro di progetto Fattore q : 1,5, $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni: Grafici spettri di risposta, Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta: $S_{a,0}$ [g], $S_{a,1}$ [g], $S_{a,2}$ [g] vs T [s]

--- Spettro di progetto - componente orizzontale, --- Spettro di progetto - componente verticale, --- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

Risulta quindi: $a_{max} = 1.00 \times 1.461 \times 0.158 = 0.230$

5.8 riepilogo caratterizzazione sismica del sito e dei suoli

- Regione Lazio
- Classe sismica: Piazza Libertà di Monterotondo (RM) ricade in **zona sismica 2b -zona a pericolosità sismica media-**.
- Categoria di sottosuolo: l'analisi delle velocità sismiche rilevate dalle prove MASW e dalle prove HVSR emerge che la **categoria di sottosuolo dei terreni investigati risulta C** (NTC 2018) (riferita alla quota di piano campagna).
- Categoria topografica: in accordo con il contesto geomorfologico, il sito di interesse è classificato con **categoria topografica T1** (NTC 2018).
- Coefficiente di amplificazione topografica: per il sito in questione si può adottare **$S_T=1.0$**
- Microzonazione sismica di I livello: **Piazza Libertà rientra in una area stabile ma suscettibile di amplificazione sismica locale.**
- L'accelerazione massima attesa al sito a_{max} , con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), è valutata pari a 0.230.

mandataria



mandante





6. VALUTAZIONI SUL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Nell'area oggetto degli interventi i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da limi argillosi con modesti strati di sabbia limosa di origine vulcanica da mediamente (**semilitoidi**) a molto addensati (**litoidi**) come evidente dall'esito delle 30 prove SPT effettuate nei 5 sondaggi a carotaggio continuo effettuati in sito (*vedi paragrafi successivi*).

I fenomeni di liquefazione, che interessano prevalentemente depositi sabbiosi saturi, dipendono dalle proprietà meccaniche dei terreni, dalla combinazione del loro stato tensionale efficace e dell'indice dei vuoti, dall'intensità e dalla durata (n° di cicli) dell'azione sismica.

6.1 verifica criteri di esclusione

Le Norme Tecniche per le Costruzioni *NTC 2018* permettono di omettere la verifica a liquefazione qualora si manifesti una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, con piano campagna orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ e $qC1N > 180$ essendo $qC1N$ la resistenza determinata da prove penetrometriche statiche *CPT* normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica del terreno oggetto di verifica esterna al fuso granulometrico individuato dalle norme.

Le Linee Guida A.G.I. del 2005, "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica", in aggiunta alle citate condizioni, indicano che le verifiche a liquefazione possono essere omesse anche nel caso si manifestino le seguenti circostanze:

- ✓ Accelerazioni massime al piano campagna in condizioni di *free-field* minori di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:

- Frazione di fine, *FC*, superiore al 20%, con indice di plasticità $IP > 10$
- $FC \geq 35\%$, e resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 20$
- $FC \leq 5\%$ e resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 25$ con *FC* è la frazione fina definita come il passante al setaccio 0.0074 mm

Le curve granulometriche ottenute dalle prove di laboratorio dei campioni indisturbati prelevati dai sondaggi geognostici, confermano che i litotipi presenti sono riferibili prevalentemente a terreni di grado granulometrico fine (limi e argille).

Pertanto, la natura dei terreni e la loro composizione classifica il terreno al di fuori del fuso granulometrico suscettibile a liquefazione e di conseguenza la verifica a liquefazione come da normativa vigente (NTC 2018) può essere omessa.

mandataria



mandante



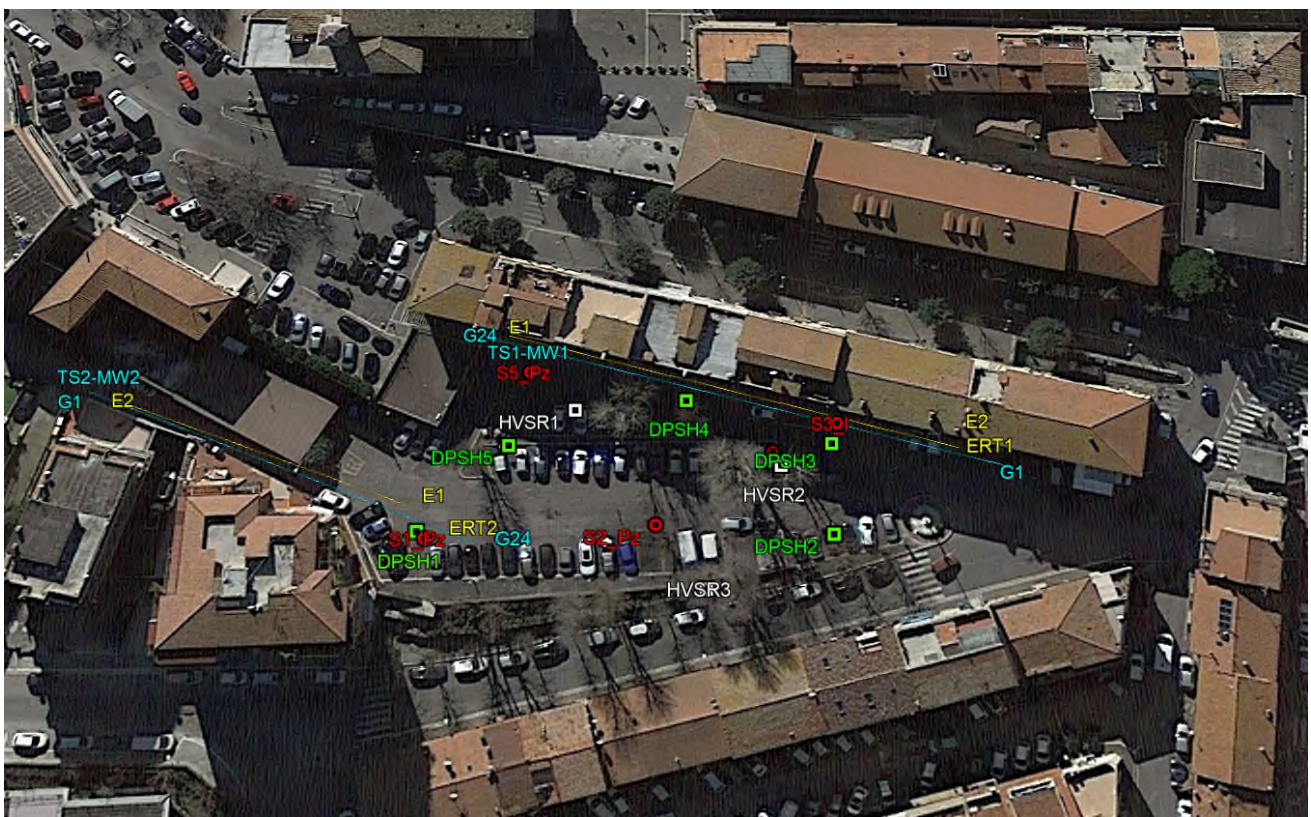


7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel presente capitolo si riporta la campagna d'indagine geognostica realizzata per la progettazione definitiva del progetto. Le indagini sono state finalizzate alla determinazione dei rapporti stratigrafici e delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto necessarie alla definizione del modello litostratigrafico e geologico/geotecnico di dettaglio.

7.1 campagna di indagine

Nell'ambito della progettazione definitiva è stata effettuata una campagna geognostica eseguita nel maggio 2023 della quale si riporta di seguito una sintesi. Le indagini sono ubicate come nel successivo stralcio Google Earth.



Sono stati eseguiti:

➤ **n. 5 sondaggi geognostici** verticali a carotaggio continuo (S1-PZ, S2-PZ, S3-I, S4, S5-PZ), dei quali n. 3 condizionati con piezometro a tubo aperto. Durante la perforazione sono state eseguite n. 30 prove penetrometriche dinamiche SPT;

Inoltre, sono stati prelevati:

- n. 10 campioni indisturbati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

➤ prove di classificazione: analisi granulometriche per vagliatura e per sedimentazione, contenuto naturale d'acqua, peso di volume naturale, peso specifico dei grani;

mandataria



mandante





➤ prove per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità: prove di taglio diretto consolidate drenate (CD), prove di compressibilità edometrica.

Di seguito si riporta la descrizione delle stratigrafie ricavate dai sondaggi geognostici eseguiti:

STRATIGRAFIE RICAIVATE

➤ **Sondaggio S1-PZ** (eseguito in data 22-23/05/2023, profondo 35 m, quota sul livello del mare = 133 m s.l.m.). I dati rilevati sono i seguenti:

0.0 m ÷ 2,50 m si rinviene un livello deposito limo argilloso sabbioso rimaneggiato – **RIPORTO** -, di colore dal giallo al brunastro con presenza di frammenti lateritici e clasti calcarei sparsi;

2.50 ÷ 5,60 m livello piroclastico sabbioso limoso, di colore marrone rossiccio, con abbondanti pomici nerastre centimetriche, **da moderatamente consistente a mediamente addensato**;

5,60 m ÷ 17,50 m strato di sabbia limosa, mediamente addensata

17,50 m ÷ 21,30 m strato sabbioso limoso, di colore marrone rossastro, da sciolto a poco addensato

21,30 m ÷ 29,00 m strato argilloso limoso, da marrone chiaro a grigio, a media consistenza

29,00 m ÷ 35,00 m argilla grigio azzurra, da mediamente consistente a consistente a tratti scagliosa

E' stata rilevata la presenza di acqua alla quota di 8,00 m dal piano campagna.

➤ **Sondaggio S2-PZ** (eseguito in data 24/05/2023, profondo 35 m, quota sul livello del mare = 133 m s.l.m.).

I dati rilevati sono i seguenti:

0.0 m ÷ 3,50 m deposito limo argilloso sabbioso rimaneggiato – **RIPORTO** -, di colore dal giallo al brunastro con presenza di frammenti lateritici e clasti calcarei sparsi;

3,50 m ÷ 5,00 m livello piroclastico sabbioso limoso, di colore marrone rossiccio, con abbondanti pomici nerastre centimetriche, **da moderatamente consistente a mediamente addensato**;

5,00 m ÷ 17,00 m strato limo sabbioso, di colore marrone da addensato a molto addensato

17,00 m - 20,50 m strato sabbioso limoso, di colore marrone chiaro, da sciolto a poco addensato

20,50 m ÷ 27,40 m strato argilloso limoso, da marrone chiaro a grigio, da mediamente consistente a consistente

27,40 m ÷ 35,00 m argilla grigio azzurra, da mediamente consistente a consistente a tratti scagliosa

E' stata rilevata la presenza di acqua alla quota di 8,00 m dal piano campagna.

➤ **Sondaggio S3-I** (eseguito in data 25-26/05/2023 profondo 35 m, quota sul livello del mare = 133 m s.l.m.)

I dati rilevati sono i seguenti:

0,00 m ÷ 2,00 m livello deposito limo argilloso sabbioso rimaneggiato – **RIPORTO** -, di colore dal giallo al brunastro con presenza di frammenti lateritici e clasti calcarei sparsi;

mandataria



mandante





2,00 m ÷ 7,80 m livello piroclastico sabbioso limoso, di colore marrone rossiccio, con abbondanti pomici nerastre centimetriche, da moderatamente consistente a poco addensato;

7,80 m ÷ 19,40 m strato di sabbia limosa, di colore marrone mediamente addensato

19,40 m ÷ 27,50 m strato argillo limoso, di marrone chiaro a grigio, da mediamente consistente a consistente

29,00 m ÷ 35,00 m argilla grigio azzurra, da mediamente consistente a consistente a tratti scagliosa

➤ **Sondaggio S4** (eseguito in data 26-27/05/2023, profondo 35 m, quota sul livello del mare = 133 m s.l.m.) I dati rilevati sono i seguenti:

0,00 m ÷ 2,00 m deposito limo argilloso sabbioso rimaneggiato - **RIPORTO**, di colore dal giallo al brunastro con presenza di frammenti lateritici e clasti calcarei sparsi;

2,00 m ÷ 8,00 m livello piroclastico sabbioso limoso, di colore marrone rossiccio, con abbondanti pomici nerastre centimetriche, da moderatamente consistente a mediamente addensato;

8,00 m ÷ 19,40 m strato sabbioso limoso, di colore marrone di media densità;

19,40 m ÷ 29,30 m argilla limosa, di colore marrone chiaro, da mediamente consistente a consistente

29,30 m ÷ 35,00 m si trova argilla grigia, da mediamente consistente a consistente a tratti scagliosa

➤ **Sondaggio S5-PZ** (eseguito in data 25/05/2023, profondo 35 m, quota sul livello del mare = 135 m s.l.m.) I dati rilevati sono i seguenti:

0,00 m ÷ 2,40 m deposito limo argilloso sabbioso rimaneggiato – **RIPORTO** -, di colore dal giallo al brunastro con presenza di frammenti lateritici e clasti calcarei sparsi

2,40 m ÷ 7,80 m livello piroclastico sabbioso limoso, di colore marrone rossiccio, con abbondanti pomici nerastre centimetriche, da moderatamente consistente a mediamente addensato

7,80 m ÷ 16,30 m sabbia limosa, di colore marrone mediamente addensato

16,30 m ÷ 18,60 m strato sabbioso limoso, di colore marrone chiaro, poco addensato

18,60 m ÷ 25,00 m strato argilloso limoso, di marrone chiaro a grigio, a media consistenza

da 25,00 m fino a 35,00 m argilla grigia azzurra, da mediamente consistente a consistente a tratti scagliosa
E' stata rilevata la presenza di acqua alla quota di 14,00 m dal piano campagna.

6.2 indagini geofisiche

In questo lavoro sono state eseguite le seguenti prove:

- n. 2 prospezione sismica a rifrazione tomografica
- n. 2 prospezioni sismiche MASW
- n. 2 tomografie elettriche

mandataria



mandante



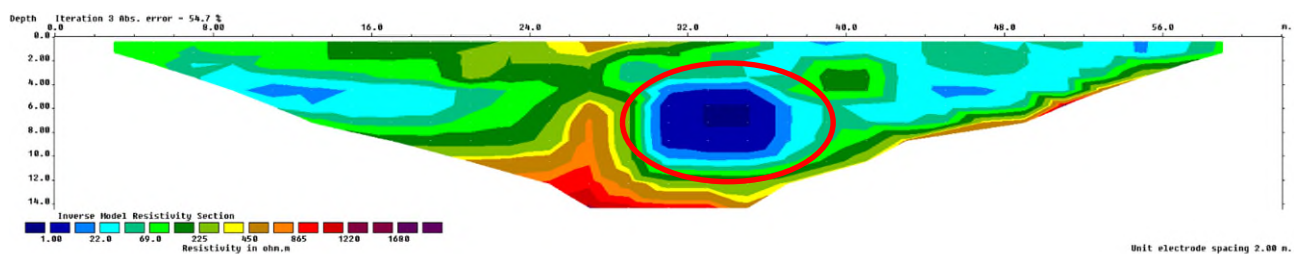


Concessione del servizio di gestione delle aree di sosta a pagamento e realizzazione di verde attrezzato, piazza pubblica e autorimessa in Piazza della Libertà mediante finanza di progetto, ai sensi dell'art. 183 comma 15 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.

Lo stendimento di tomografia elettrica di 62.00 m, denominato **ERT1**, è stato realizzato nella porzione meridionale di Piazza della Libertà, lungo il perimetro esterno di uno degli edifici oggetto di indagine, con una distanza tra gli elettrodi di 2.00 m, adottando la configurazione Dipolo-Dipolo.

Nella porzione superficiale della pseudosezione si riscontrano orizzonti caratterizzati da resistività medio basse, riconducibili a depositi probabilmente rimaneggiati, a granulometria fine e media, con alto grado di umidità. Inoltre, **a partire dalla quota di circa 4.00 m dal p.c., si evidenzia un netto incremento di valori di resistività, ad andamento lineare, attribuibile, probabilmente, al passaggio tra i terreni piroclastici rimaneggiati sovrastanti ed il substrato tufaceo.**

Nel settore nord-orientale di Piazza della Libertà, lungo Via 2 Giugno, è stato ubicato lo stendimento denominato **ERT2**, di lunghezza complessiva di 62.00 m, con una distanza tra gli elettrodi di 2.00 m, adottando la configurazione Dipolo-Dipolo.



Le resistività riscontrate nei primi metri sono, come nello stendimento ERT1, sono riconducibili alla presenza di depositi piroclastici rimaneggiati, a granulometria fine e media, con alto grado di umidità. In particolare **si evidenzia, nel settore centrale della pseudosezione (area cerchiata in rosso dimensioni Lunghezza 10 m, profondità 4 m), un'area circolare caratterizzata da bassi valori di resistività, riconducibili ad aree caratterizzate da alto grado di saturazione (presenza di acqua).**

Infine, anche in questo stendimento si riscontra un orizzonte caratterizzato da un netto aumento dei valori di resistività, da correlare probabilmente al rinvenimento del substrato tufaceo.

Per i risultati completi si rimanda all'elaborato "Fascicolo indagini curato dalla SIA srl".

mandataria



mandante





CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

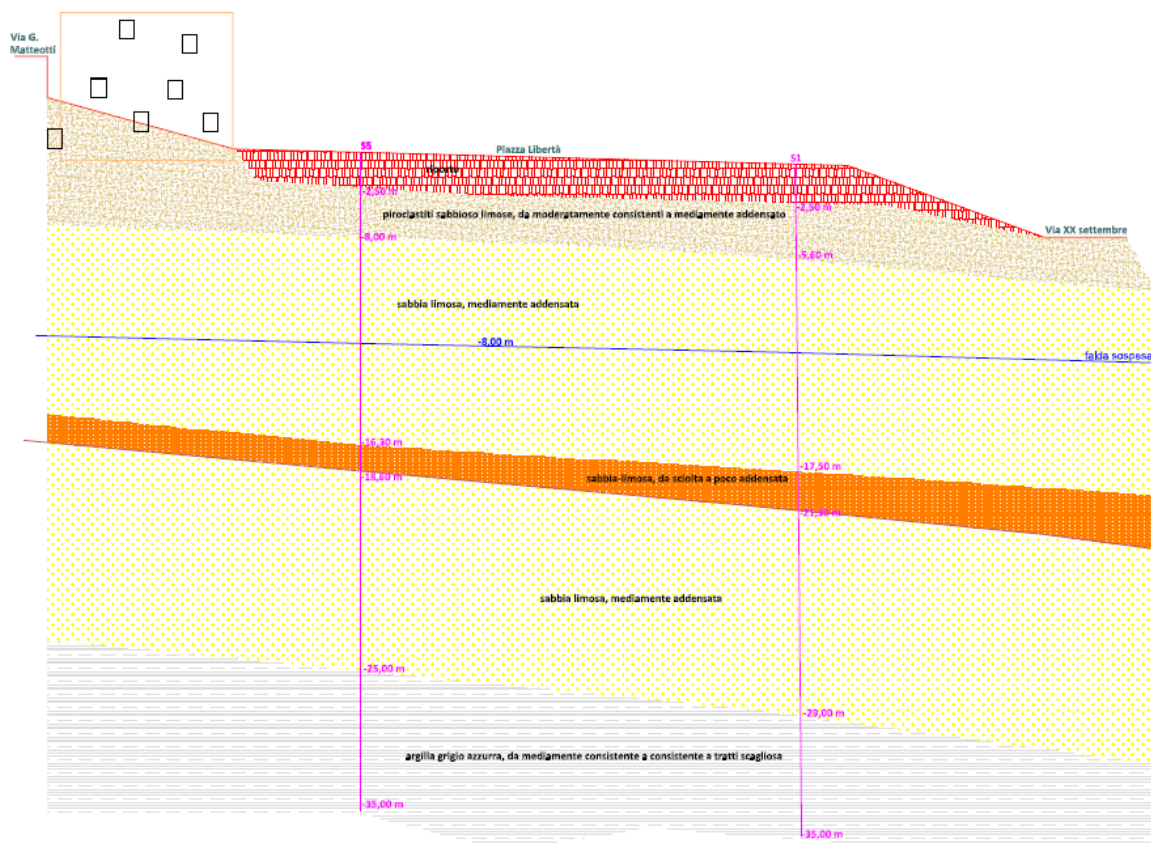
A conclusione del presente studio si traccia il quadro riassuntivo sulla base di quanto è emerso dalle indagini di superficie svolte che hanno permesso di descrivere i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici, geostratigrafici e geotecnici dell'area di Piazza Libertà, nel Comune di Monterotondo, in Provincia di Roma. L'indagine geologica e geotecnica effettuata ha messo in evidenza la presenza continua di terreni con addensamento almeno medio e rari livelli a poca consistenza.

In particolare dall'elaborazione delle prove geotecniche di laboratorio è stato possibile ricostruire la stratigrafia di dettaglio e i parametri geotecnici ad essa attribuibili.

Strati (metri)	γ_{nat} (Kn/m ³)	Nspt	c' (Kpa)	Φ' (°)	Cu (KPa)	Ed (Mpa)
0,00 ÷ 8,00	19,00	10	23	27	66	10
8,00 ÷ 12,00	15,69 ÷ 18,31	> 20	14 ÷ 18	27 ÷ 31	220 ÷ 284	4,7 ÷ 14,7
12,00 ÷ 15,00	14,54	> 20	39	32,32		9,6
15,00 ÷ 24,00	19,42 ÷ 20,15	> 20	38 ÷ 48	26,24 ÷ 32,13		
24,00 ÷ 28,00	18,83	> 20	51	31,59	88 ÷ 137	
28,00 ÷ 35,00	20,38	> 20	61	25,57		

In rosso i dati bibliografici

Sulla scorta delle indagini effettuate fino a questo momento è stato elaborato il modello Geologico di seguito sintetizzato graficamente.



mandataria



mandante





Viste le caratteristiche geotecniche del terreno rilevate ed in attesa del completamento della campagna di indagini penetrometriche DPSH, nonché dei dati del monitoraggio piezometrico ed inclinometrico a farsi per la successiva fase progettuale esecutiva, si esprime **PARERE GEOLOGICO POSITIVO SULLA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN PROGETTO.**

L'ultima riclassificazione sismica è relativa alla **DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE n. 387 del 22 Maggio 2009** che ha inserito il Comune di Monterotondo in **Zona 2 – Sottozona B**; quindi con un'accelerazione di picco su terreno rigido (accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni "ag" – riferimento elaborato all'84° percentile) compresa tra $0.15 < a_g < 0.20$

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE – T1

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica **ST = 1**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione è equivalente a "C":

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.

In riferimento alla pericolosità geologica art. 4 comma 2 del DGR 10/2012 **il geologo dichiara:**

- ✓ *il terreno nel quale verrà realizzata l'opera ha una pendenza minore di 15°;*
- ✓ *il terreno è geologicamente stabile non presenta alcuna delle seguenti condizioni geologiche:*
 - o *nel terreno non sono presenti zone suscettibili a liquefazione;*
 - o *nel terreno non sono presenti zone in subsidenza o con cedimenti differenziati del terreno;*
 - o *nel terreno non sono presenti zone in frana e/o dissesto;*
 - o *nel terreno non sono presenti zone a rischio R3 O R4 per i Piani delle Autorità di Bacino competenti.*
- ✓ **Il livello di rischio sismico è MEDIO** come definito da R.R. n° 26 del 26-10-2020.

Caserta, li settembre 2023

Il geologo

mandataria



mandante

