

COMUNE DI NAPOLI
AREA TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO
SERVIZIO EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA E NUOVA CENTRALITÀ

**Completamento del Programma di riqualificazione
di cui al contratto di Quartiere II di Pianura**

LOTTO 1: Parco Falcone e Borsellino - Via E. Torricelli



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SISMICA

- | | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> DESCRITTIVI | <input type="checkbox"/> ARCHITETTONICI |
| <input type="checkbox"/> STRUTTURALI | <input type="checkbox"/> IMPIANTISTICI |
| <input type="checkbox"/> ECONOMICI | <input type="checkbox"/> SICUREZZA |

Committente:

Comune di Napoli - Area trasformazione del territorio
Dir. Servizio Edilizia Residenziale Pubblica e Nuove Centralità - Arch. P. Cerotto
Responsabile Unico del Procedimento - Ing. Arch. L. Saleano

Gruppo di Progettazione:

Gamma Ingegneria soc. coop.

Viale M. Cristina di Savoia 18/A - 80122 Napoli
e.mail: info@gammaingegneria.com - www.gammaingegneria.com

Vitruvius Engineering s.a.s.

Sede oper. Viale M. Cristina di Savoia 18/A - 80122 Napoli
Pec: vitruvius@pec.it

Dott. For. Nat. PhD Savino Mastrullo

Via Toledo, 156 - 80132 Napoli
e.mail: savino.mastrullo@gmail.com

Ing. Antonio Marino

Via Falluti, 8 - 80123 Caivano (NA)
e.mail: marino.antonio82@gmail.com

	DATA	OGGETTO	APPROVAZIONE	ELABORATO
00	Luglio 2021	Prima emissione (Progetto Definitivo approvato con D.D. 009 del 25/05/2021)	/	

REL_07_2

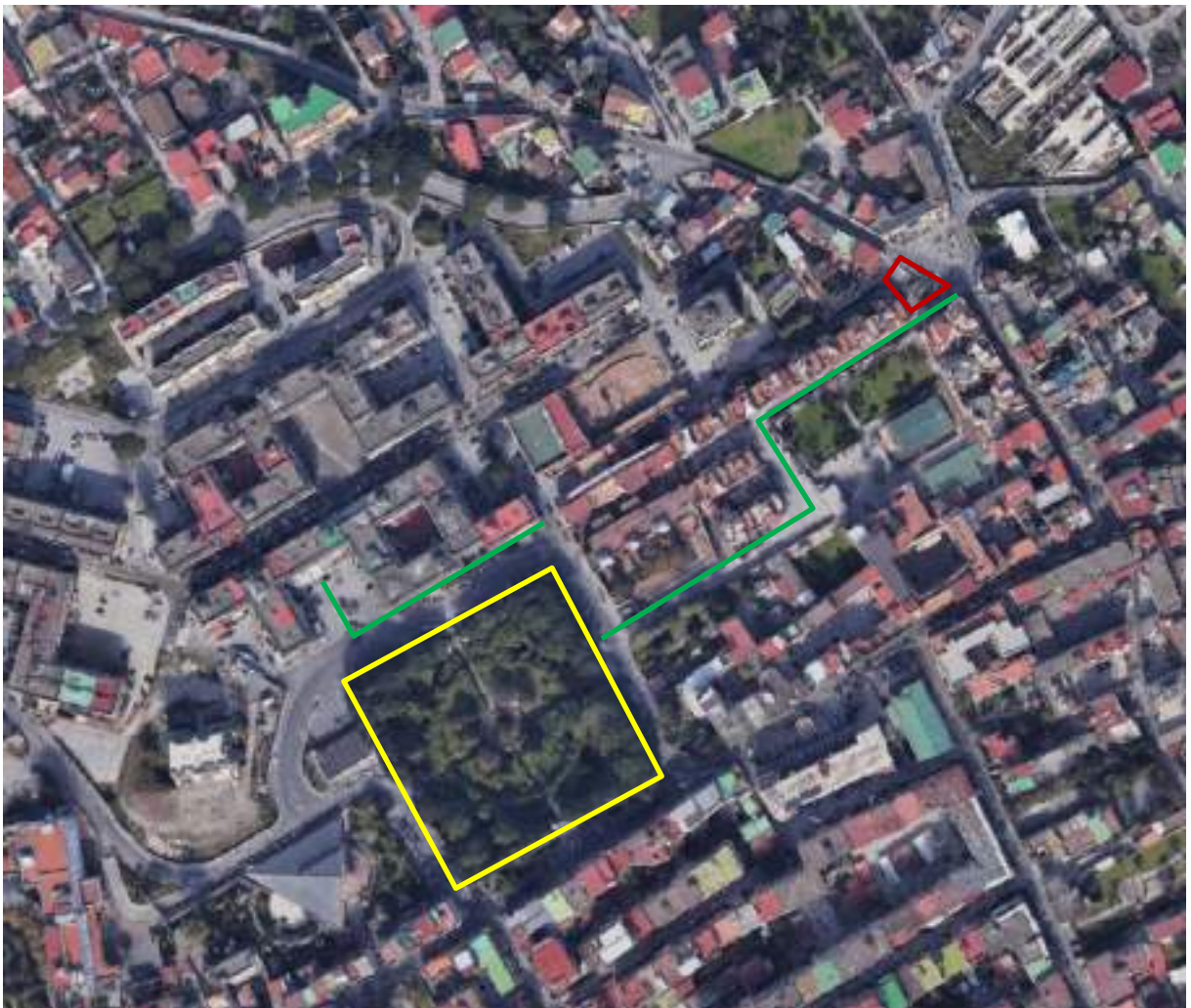
INDICE

1	Premessa	2
2	Normativa di riferimento.....	4
3	Caratterizzazione sismica del sito	4
3.1	valutazione della “pericolosità sismica”	4
3.2	valutazione tempo di ritorno tr.....	6
3.2.1	<i>periodo di riferimento vr.....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>probabilità di superamento dello stato limite richiesto</i>	<i>7</i>
3.3	Definizione della terna di valori a_g, f_0, t_c^*.....	8
3.4	effetto della risposta sismica locale.....	8
3.4.1	<i>categoria di sottosuolo e condizioni topografiche</i>	<i>8</i>
3.4.2	<i>condizioni topografiche.....</i>	<i>9</i>
3.5	Termini di amplificazione stratigrafica e topografica.....	9
4	Aspetti geomorfologici e geotecnici.....	10
4.1	Caratterizzazione sismica dei terreni di base	13
5	Caratterizzazione sismica delle strutture.....	14
5.1	Spettri di progetto	14
5.2	Combinazioni di carico dell’azione sismica.....	15

1 PREMESSA

La presente relazione pone l'attenzione sull'analisi del grado di sismicità dell'area oggetto degli interventi ed i parametri sismici relativi alle strutture previste nell'ambito del **Completamento del programma di riqualificazione di cui al Contratto di Quartiere II di Pianura**, con riferimento al **Lotto 1: Parco Falcone e Borsellino – Via E. Torricelli**.

Nel presente documento sono analizzati gli aspetti di carattere sismico riguardanti la realizzazione della rampa in corrispondenza della "Piazza della Cultura" e dei plinti di fondazione dei pali del nuovo impianto di pubblica illuminazione.



Vista aerea impianto – Individuazione area di intervento:

- **Piazza della Cultura, Nuova Rampa (ROSSO);**
- **Via E. Torricelli, Pali dell'illuminazione $h=8m$ (VERDE);**
- **Parco Falcone e Borsellino, Pali dell'illuminazione $h=3m$ (GIALLO).**

Verranno evidenziati dapprima tutti i parametri generali legati alla sismicità dell'area dell'intervento, per poi passare al livello di importanza delle opere, e scendere infine nel dettaglio della progettazione sismica in termini di metodi di analisi e spettri di progetto adottati.

L'area oggetto del presente intervento è ubicata nella XI municipalità del Comune di Napoli – Soccavo, Pianura, all'angolo tra via E. Torricelli e la strada Comunale Pianura-Marano e risulta classificata secondo le direttive della O.P.C.M 3274, con grado 2 (Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti - $ag/g = 0.15 - 0.25$).

Le progettazioni strutturali sono state redatte ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 17.01.2018 ed in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV per le seguenti coordinate (deg): Lat: **40.864079** – Long: **14.175300**.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento adottata è la seguente:

- **D.M. 17.01.2018** “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.”
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7**
- **OPCM n°3274 del 20-03-2003** – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche e integrazioni (Parte relativa alle zone sismiche).
- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture
- **Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture di acciaio
- **Eurocodice 7** - Progettazione geotecnica
- **Eurocodice 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

3.1 Valutazione della “pericolosità sismica”

L’area oggetto del presente intervento è ubicata nella XI municipalità del Comune di Napoli – Soccavo, Pianura, all’angolo tra via E. Torricelli e la strada Comunale Pianura-Marano.

Risulta classificata secondo le direttive della O.P.C.M 3274/03 aggiornate al 16/01/2006, come Zona 2 (Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti - $ag/g = 0.15 - 0.25$), la progettazione strutturale è stata redatta ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 17/01/2018 in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV per le seguenti coordinate (deg):

- **Longitudine = 14.175300 - Latitudine = 40.864079**

Le azioni sismiche di progetto sono state definite in primo luogo dalla valutazione della “pericolosità sismica di base” riferita al sito di costruzione.

La normativa adottata (D.M. 17.01.2018 Testo Unico – Norme tecniche per le costruzioni) suddivide il territorio nazionale in un reticolo di punti di coordinate geografiche assegnate.

Per ogni punto del reticolo vengono assegnate le 9 terne di valori:

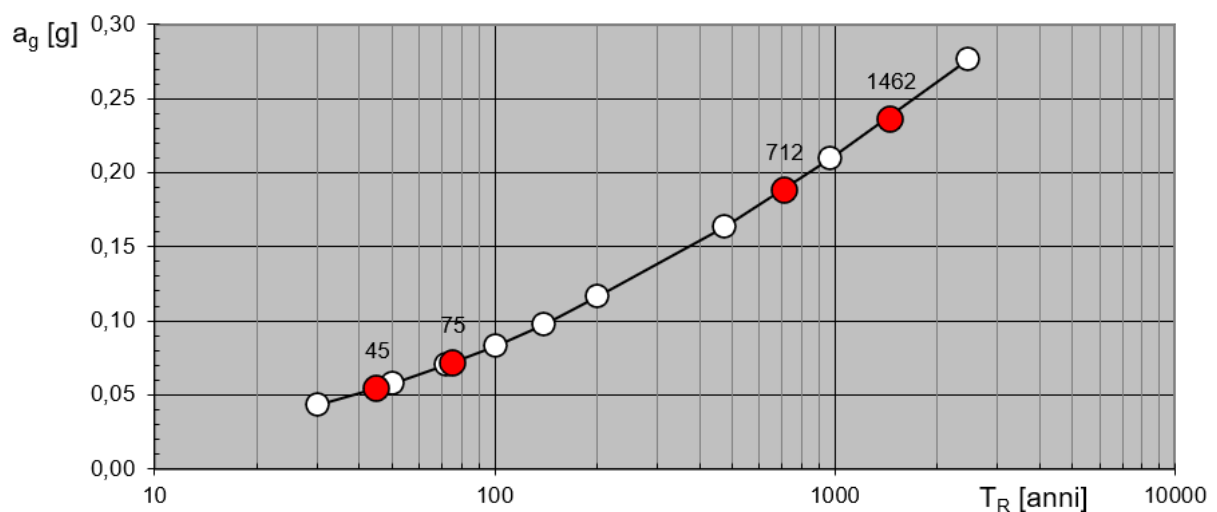
$$a_g; F_o; T_c^*$$

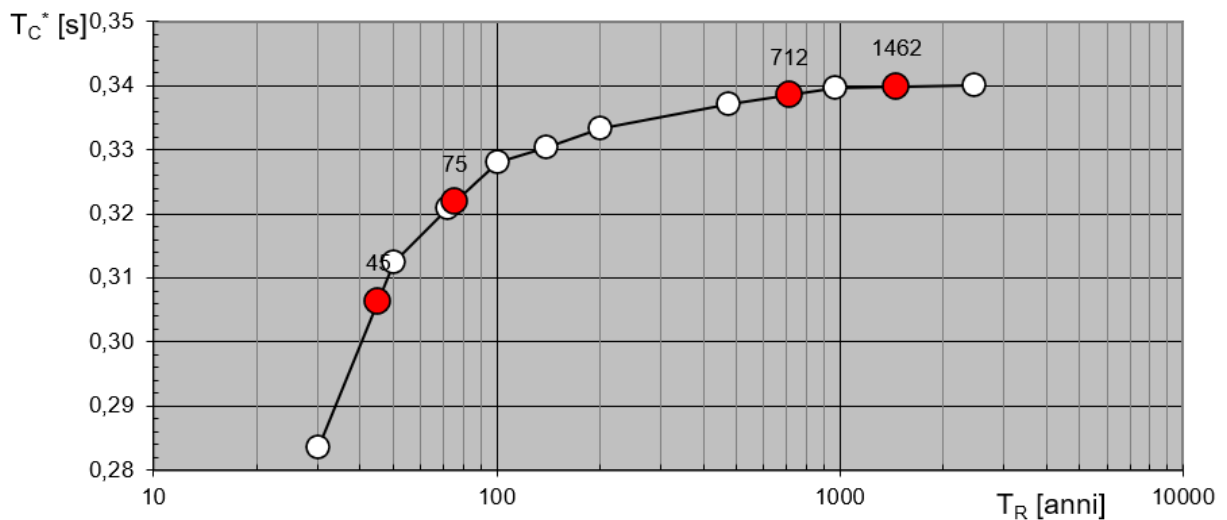
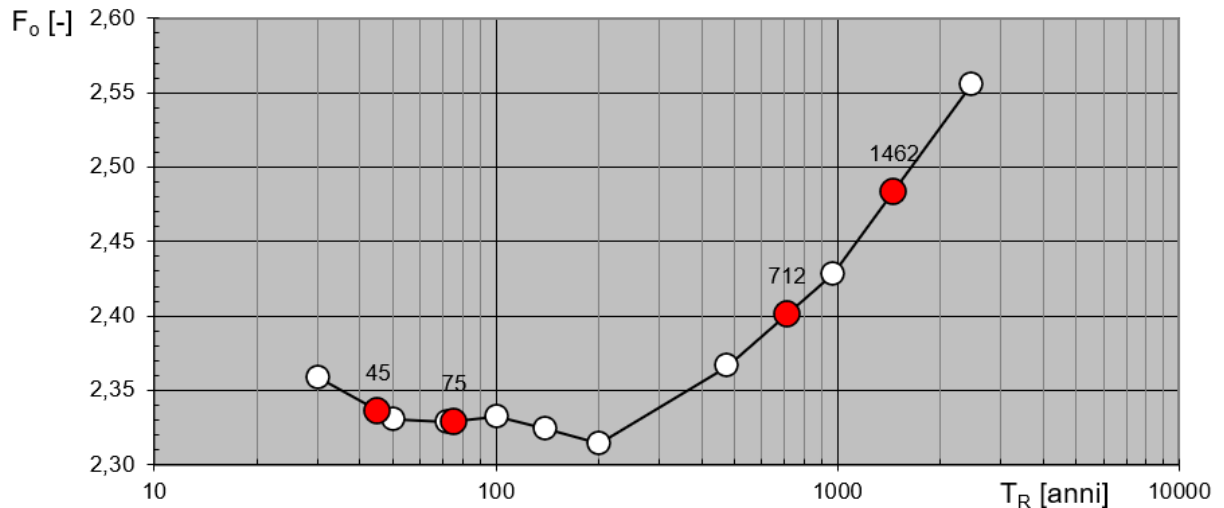
per i periodi di ritorno (T_R) di riferimento dove:

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo di riferimento rigido.
- F_o è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_c^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La posizione geografica di riferimento del comune rientra all'interno di una specifica quaterna di punti notevoli del reticolo. Interpolando i valori si ottengono le terne di valori per i periodi di ritorno di riferimento specifiche per il comune in oggetto.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,043	2,359	0,283
50	0,058	2,331	0,312
72	0,070	2,328	0,321
101	0,083	2,333	0,328
140	0,098	2,324	0,330
201	0,116	2,314	0,333
475	0,164	2,366	0,337
975	0,209	2,428	0,340
2475	0,276	2,556	0,340





3.2 Valutazione tempo di ritorno T_R

Per la scelta del periodo di ritorno da utilizzare, intervengono 2 fattori: la valutazione del periodo di riferimento (V_r) e la probabilità di superamento dello stato limite di progetto, in altre parole la richiesta prestazionale che la struttura deve soddisfare.

3.2.1 Periodo di riferimento V_r

Il periodo di riferimento (V_r) dell'evento sismico viene definito al par. 2.4.3 del D.M. 17.01.18 come prodotto tra la vita nominale (V_n) ed il coefficiente d'uso (C_u) ottenendo:

$$V_r = V_n \times C_u$$

Considerando per tutte le opere un'importanza normale, il termine V_n , definito al par. 2.4.1 del D.M. 17.01.18, è stato preso pari a 50 anni.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

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

La classe d'uso III, definita al par 2.4.2 del D.M. 17.01.18, relativa a “....Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi....” fornisce un coefficiente d'uso C_u pari a 1,5.

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

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

Per quanto detto il periodo di riferimento V_r assume valore:

$$V_r = 50 \times 1.5 = 75 \text{ anni}$$

3.2.2 Probabilità di superamento dello stato limite richiesto

Gli stati limite della struttura sono raccolti nella successiva tabella suddivisa per stati limite di esercizio e stati limite ultimi:

Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

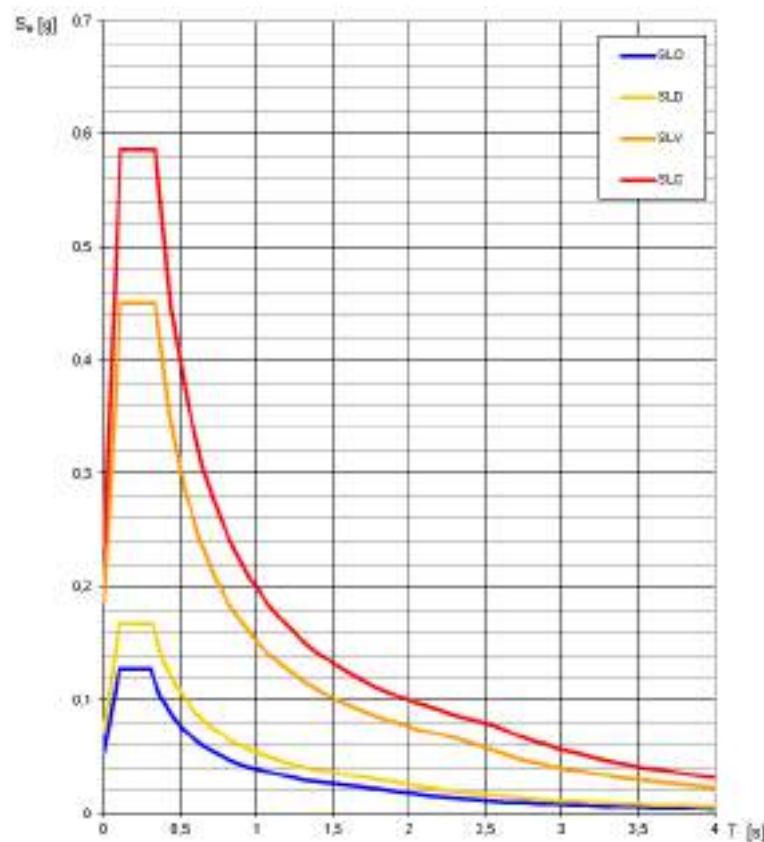
Nel D.M. 17.01.2018, al capitolo 7.1, sotto l'effetto dell'azione sismica, si considerano rispettati tutti gli stati limite di esercizio qualora sia rispettato il solo **SLD**.

Per le verifiche in termine di stati limite ultimi è sufficiente rispettare il solo **SLV**.

3.3 Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T_c^*

In ultima analisi, le scelte progettuali introdotte ai due paragrafi precedenti, definiscono la massima accelerazione orizzontale al sito su suolo di riferimento rigido:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0,054	2,336	0,306
SLD	75	0,072	2,329	0,322
SLV	712	0,188	2,401	0,338
SLC	1462	0,236	2,483	0,340



3.4 Effetto della risposta sismica locale

Occorre valutare le condizioni geomorfologiche del sito che interessa le opere. Il D.M. 17.01.2018, individua 2 parametri amplificativi dell'azione sismica, riferiti al tipo di sottosuolo ed alla condizione topografica.

3.4.1 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

In funzione della rigidezza del terreno il D.M. 17.01.2018 definisce 5 categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II). Dalla Relazione Geologica allegata è stata valutata la categoria di rigidezza del terreno:

- **Categoria di sottosuolo C**

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annessi 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 e 180 m/s.

3.4.2 Condizioni topografiche

L'area in oggetto è stata individuata dal punto di vista topografico come superficie appartenente alla:

- **Categoria topografica T1**

3.5 Termini di amplificazione stratigrafica e topografica

In diretta correlazione con il precedente capitolo 3.4, vengono definiti il coefficiente di amplificazione stratigrafica correlato alla categoria di sottosuolo (Ss) ed il coefficiente di amplificazione topografica correlato alla condizione topografica (St).

- Coefficiente di amplificazione stratigrafica categoria di sottosuolo tipo C
 - $S_s = 1,429$; $C_c = 1.500$
- Coefficiente di amplificazione topografica categoria topografica T1
 - $St = 1$

Prodotto dei 2 coefficienti viene indicato con il termine **S**.

4 ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOTECNICI

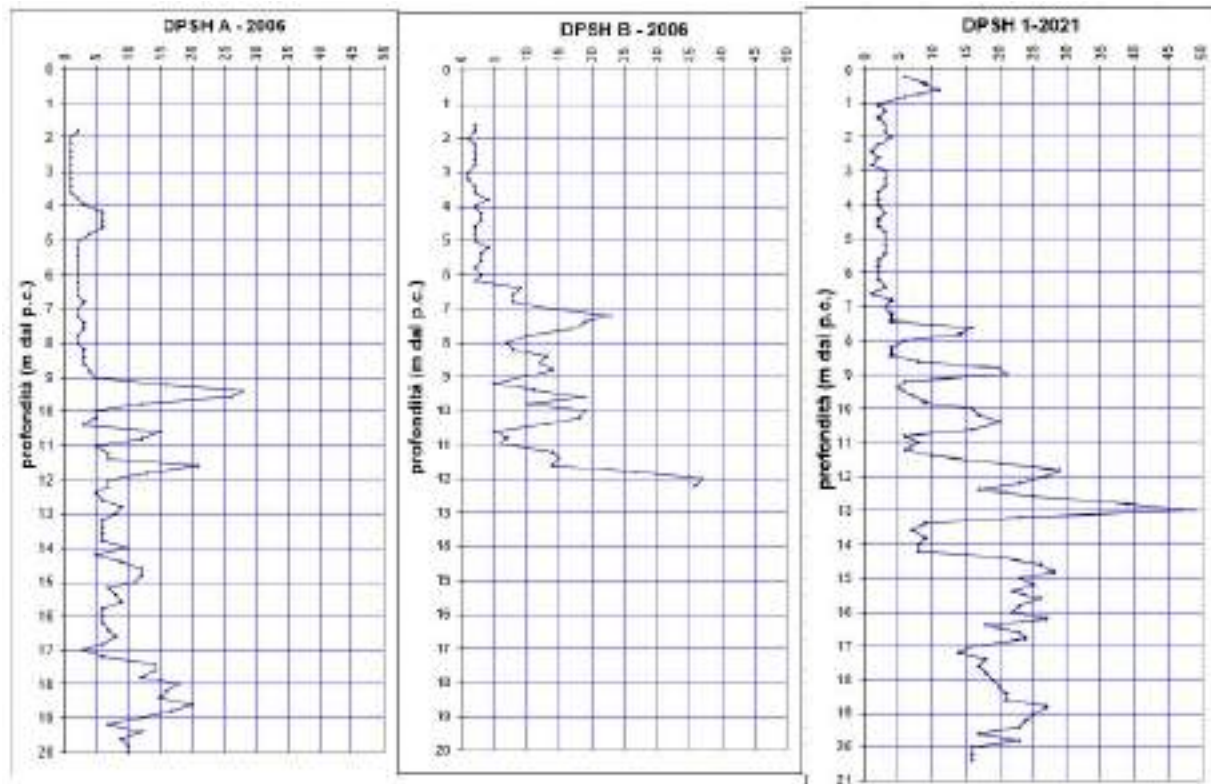
Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, partendo dalla Relazione Geologica, datata Settembre 2007, a firma del Dott. Geol. Lucio Amato di cui allo studio geologico tecnico redatto nell'ambito della progettazione esecutiva del Contratto di Quartiere II relativa alla realizzazione di opere di restauro primario e secondario e relative sistemazioni esterne di 6 fabbricati di E.R.P., viene predisposta nel corso della progettazione esecutiva un'ulteriore campagna di indagini consistente in una Prova DPSH ed una prova HVSR a cura della società GeoGlobo s.r.l.

I risultati di tali analisi sono esposti nella relazione geologica a firma del Dott. Geologo Lamberto Lamberti, che viene di seguito richiamata nelle parti di interesse.

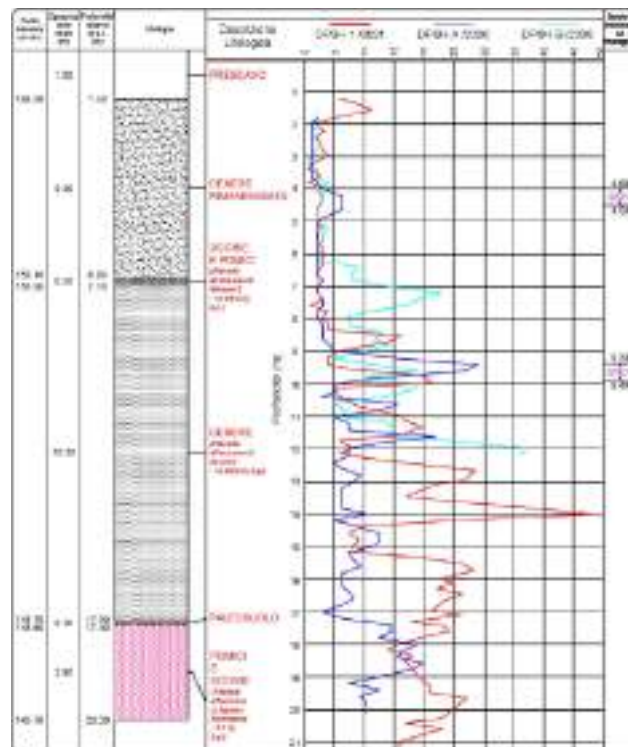


Planimetria saggio (fonte: Relazione geologica Lamberti 2021)

I dati tra le due campagne di indagini (2006 e 2021) sono stati messi a confronto, posizionando l'andamento generico delle tre prove DPSH disponibili, tra di loro e lungo lo sviluppo stratigrafico del sondaggio (in rosso la prova penetrometrica realizzata nel 2021).



Grafici delle tre prove DPSH a confronto (fonte: Relazione Geologica Lamberti 2021)



I grafici delle prove DPSH a confronto (fonte: Relazione geologica Lamberti 2021)

Dal confronto, si evince una corrispondenza della risposta del sottosuolo, a meno di alcuni orizzonti che si differenziano, presumibilmente per alcune variazioni locali, nell'ambito della stessa litologia, dal momento che le tre prove penetrometriche sono state realizzate in tre posizioni differenti, come si evince dalla planimetria con le ubicazioni delle indagini.

Successivamente per determinare le caratteristiche generali del terreno (contenuto d'acqua (W), peso specifico dei granuli (G), peso di volume naturale (gn), peso di volume secco (gd), grado di saturazione (Sr), indice dei vuoti (e), porosità (n)), la curva granulometrica, l'angolo di attrito interno (F) e la coesione (C) sono stati messi a confronto i parametri geotecnici, calcolati per le indagini del 2006, desunti dalle prove di laboratorio realizzate sui due campioni indisturbati prelevati e quelli del 2021 calcolati attraverso il programma Geostru.

Tabella Parametri geomeccanici sondaggio S5 indagini 2006 (fonte: Relazione geologica Lamberti 2021)

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	1.60 / 6.20	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	24	43	0
2	6.40 / 9.20	Terreni appartenenti a ceneri rimaneggiate, alle eruzioni di "Monopoli 2" e di "Soccavo", facenti riferimento alla Serie Urbana Recente.	26	57	3
3	9.40 / 12.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	30	67	3
4	12.40 / 17.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	28	50	3
5	17.20 / 20.00	Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	31	63	3

Tabella Parametri geomeccanici relativi alla DPSH1 del 2021 (fonte: Relazione geologica Lamberti 2021)

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	0.00 / 0.80	Terreni di riporto	31	83	0
2	0.80 / 7.40	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	29	36	0
3	7.40 / 13.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	35	67	10
4	13.20 / 20.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo" o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	36	59	10/0

Come si può notare dal confronto dei grafici delle tre DPSH, il tracciato della DPSH 1 del 2021, ripercorre lo stesso andamento di quello della DPSH A del 2006, con valori di NSPT più alti, dai 6 m circa, in poi.

Ciò potrebbe essere giustificativo dell'angolo di attrito più alto rilevato attraverso il programma Geostru, nell'orizzonte compreso tra 7.40/13.20 della DPSH 1 del 2021, comparabile con lo strato 2 della DPSH A del 2006 da 9.40/15.20. Stesso discorso valido per il quarto strato compreso tra 13.20/20.20 della DPSH 1 del 2021 ed il quinto strato della DPSH A del 2006 da 17.20/20.00.

Volendo trarre da questo confronto una parametrizzazione complessiva delle due campagne di indagini, riferita alla stratificazione attuale, individuata attraverso la DPSH 1 del 2021, i Parametri geomeccanici generali, combinati con le indagini del 2006, sono i seguenti:

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	0,00 / 0,80	Terreni di riporto	31	83	0
2	0,80 / 7,40	Terreni assimilabili a ceneri rimaneeggiate	28	45	0
3	7,40 / 13,20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	33	67	8
4	13,20 / 20,20	Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	33	61	0

4.1 Caratterizzazione sismica dei terreni di base

Le NTC2018 prevedono una suddivisione dei terreni di fondazione in 5 classi in funzione della velocità delle onde s dei primi 30 metri, così come schematizzato nella seguente tabella:

Categorie di sottosuolo (NTC 2018 – Tab. 3.2.II)

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 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 30m.

Prospezione sismica	V_{s0-30} (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
HVSR n. 1	[270]	C

Categorie topografica (NTC 2018 – Tab. 3.2.III)

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 $i > 30^\circ$

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Al sottosuolo in esame corrisponde una **Categoria di sottosuolo di tipo C** e una **categoria topografica T1**.

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

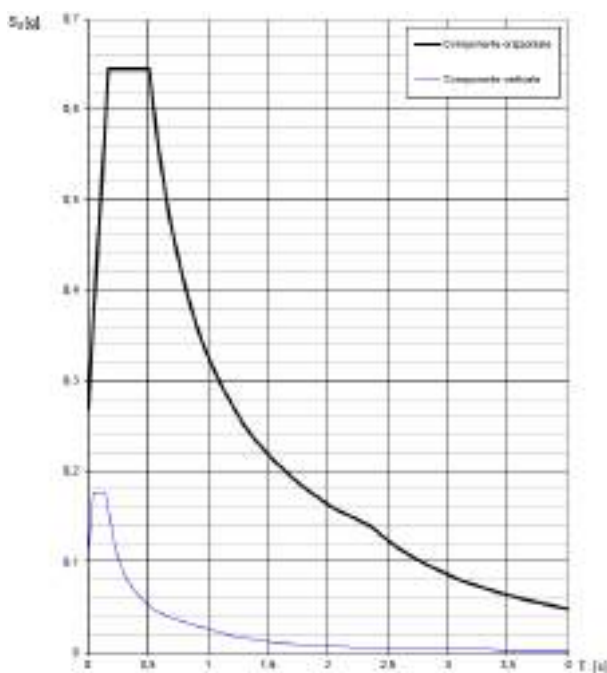
Vista l'elevata rigidezza della struttura si considera che il movimento del terreno venga trasmesso alla struttura senza subire sfasamenti, altresì si considera un periodo proprio di oscillazione delle strutture prossimo allo 0. Per questo motivo, ed in accordo con la normativa tecnica adottata, il comportamento della struttura sotto l'effetto sismico non prende in conto i parametri q (fattore di duttilità della tipologia struttura) e ξ (fattore di duttilità funzione del materiale), in quanto tali parametri influenzano la risposta sismica solo nel caso in cui un'opera può oscillare con un proprio periodo diverso da quello del suolo ($T' > 0$). Per completezza nella trattazione, ed ai fini della redazione dello spettro di progetto utilizzato i due valori precedenti vengono posti in una configurazione di default, rispettivamente pari a 1,5 e 5%.

5.1 Spettri di progetto

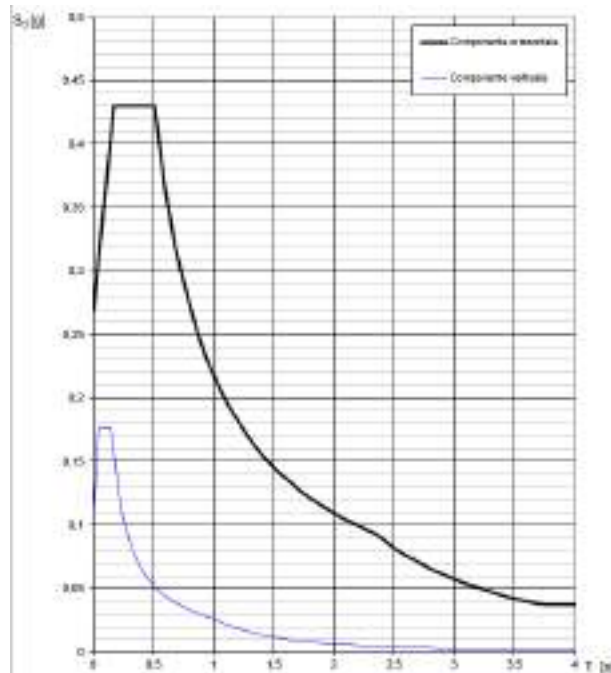
Lo spettro di progetto utilizzato ha come ipotesi alla base:

- Smorzamento ξ non considerato (Posto pari a 5%)
- Fattore di struttura componenti orizzontali posto pari a 1,5
- Fattore di struttura componenti verticali posto pari a 1

Si riportano di seguito gli spettri elastici e di progetto utilizzati per il calcolo delle strutture in progetto.



Spettro elastico



Spettro inelastico ($q=1.5$)

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	S _g , Y
S _g	5,88 g
T _g	2,48
T _g	0,208 s
S _g	1,423
C _g	1,58
S _g	1,088
g	1,088

Parametri dipendenti

S	1,423
g	1,088
T _g	2,48 s
T _g	0,208 s
T _g	0,208 s

Espressioni dei parametri dipendenti

S = S_g · S_g

$\eta = \sqrt{S_g / (S_g + 2)} = 0,25$; $\eta = 1$ g

T_g = T_g / 3

T_g = C_g · T_g

T_g = 4,0 · a_g / g = 1,6

Espressioni dello spettro di risposta

$0 \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left[\frac{T}{T_g} + \frac{1}{\eta} \left(1 - \frac{T}{T_g} \right) \right]$

$T_g \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E$

$T_g \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left(\frac{T}{T_g} \right)$

$T_g \leq T$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left(\frac{T}{T_g} \right)$

Punti dello spettro di risposta

T (s)	S _g (g)
0,004	0,263
T _g ← 0,009	0,945
T _g ← 0,009	0,945
0,016	0,861
0,038	0,679
0,071	0,425
0,083	0,308
0,047	0,240
0,025	0,157
0,013	0,082
0,008	0,011
0,009	0,253
0,006	0,230
0,004	0,222
0,002	0,218
0,001	0,208
T _g ← 0,352	0,938
0,418	0,938
0,509	0,932
0,607	0,895
0,668	0,868
0,744	0,832
0,823	0,807
0,901	0,782
0,978	0,757
1,058	0,732
1,137	0,707
1,214	0,682
1,294	0,657
1,372	0,632
1,451	0,607
1,529	0,582
1,608	0,557
1,688	0,532
1,765	0,507
1,843	0,482
1,922	0,457
2,000	0,432

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	S _g , Y
S _g	0,888 g
T _g	2,441 s
T _g	0,208 s
S _g	1,423
C _g	1,58
S _g	1,088
g	1,088

Parametri dipendenti

S	1,423
g	0,888
T _g	2,441 s
T _g	0,208 s
T _g	0,208 s

Espressioni dei parametri dipendenti

S = S_g · S_g

$\eta = \sqrt{S_g / (S_g + 2)} = 0,25$; $\eta = 1$ g

T_g = T_g / 3

T_g = C_g · T_g

T_g = 4,0 · a_g / g = 1,6

Espressioni dello spettro di risposta

$0 \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left[\frac{T}{T_g} + \frac{1}{\eta} \left(1 - \frac{T}{T_g} \right) \right]$

$T_g \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E$

$T_g \leq T < T_g$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left(\frac{T}{T_g} \right)$

$T_g \leq T$ $S_g(T) = a_g \cdot S_g \cdot \eta \cdot E \left(\frac{T}{T_g} \right)$

Fasi dello spettro di risposta

T (s)	S _g (g)
0,000	0,211
T _g ← 0,009	0,838
T _g ← 0,009	0,838
0,016	0,763
0,038	0,588
0,071	0,373
0,083	0,274
0,047	0,221
0,025	0,146
0,013	0,079
0,008	0,010
0,009	0,244
0,006	0,221
0,004	0,213
0,002	0,209
0,001	0,200
T _g ← 0,352	0,908
0,418	0,908
0,509	0,892
0,607	0,855
0,668	0,828
0,744	0,792
0,823	0,767
0,901	0,742
0,978	0,717
1,058	0,692
1,137	0,667
1,214	0,642
1,294	0,617
1,372	0,592
1,451	0,567
1,529	0,542
1,608	0,517
1,688	0,492
1,765	0,467
1,843	0,442
1,922	0,417
2,000	0,392

Parametri e punti dello Spettro elastico

Parametri e punti dello Spettro di progetto

5.2 Combinazioni di carico dell'azione sismica

Le combinazioni utilizzate per le verifiche sono, avendo indicato con E l'azione sismica:

- $\gamma_g G_k + \gamma_q Q_k$
- $\pm E_x \pm 0,30 E_y + G_k + \psi Q_k$
- $\pm E_y \pm 0,30 E_x + G_k + \psi Q_k$

L'effetto dell'azione sismica è stato valutato tenendo conto della sola massa associata ai seguenti carichi gravitazionali:

- $G_k + \psi Q_k$

dove:

G_k = valore caratteristico delle azioni permanenti;

Q_k = valore caratteristico dell'azione variabile;

γ_g = 1,4 (oppure 1 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

γ_q = 1,5 (oppure 0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

ψ = coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi - permanente dell'azione variabile, tale valore varia al variare della destinazione d'uso della struttura

Il Progettista