

**COMUNE DI SANT'ANGELO MUXARO**  
**PROVINCIA AGRIGENTO**

*LAVORI DI COMPLETAMENTO IMPIANTO DI DEPURAZIONE*

-----  
Progettazione Esecutiva

# RELAZIONE SISMICA

## Sommario

1. PREMESSA .....	2
2. IMPOSTAZIONE PROGETTUALE .....	3
3. PARAMETRI E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI .....	4
4. CONCLUSIONI.....	12

## **1. Premessa**

Il progetto di completamento dell'impianto depurativo del Comune di Sant'Angelo Muxaro, prevede delle nuove opere da realizzarsi (muri di sostegno in c.a. e gabbioni) ed alcuni interventi locali per il ripristino, l'impermeabilizzazione, la protezione ed il consolidamento delle opere esistenti, in modo funzionali le strutture idrauliche e rendere fruibile agli operatori del settore l'area in questione.

Nella fase iniziale dell'elaborazione è stato stabilito l'indirizzo progettuale al fine di impostare la progettazione in merito a considerazioni sismiche fornendo elementi per:

- individuare la realtà geosismica dei luoghi e compatibilità sismotettonica dei siti con le opere da realizzare
- delineare la zonizzazione sismica del settore di intervento progettuale
- indicare i caratteri fisico-elastici dei livelli di copertura e di substrato

La Relazione ha quindi, inizialmente, la forma di un programma da attuare ed in conclusione riporta gli elementi essenziali per la definizione dell'azione sismica utile per la progettazione delle strutture.

## **2. Impostazione Progettuale**

Lo stato dei luoghi ha portato a riconoscere un quadro di sostanziale stabilità, seppur condizionata, che rende necessaria la seguente procedura di studio dei problemi geologici relativamente alla caratterizzazione sismica:

- ricerca ed utilizzazione delle indagini geosismiche esistenti, in quanto effettuate per altri lavori;
- “analisi geosismica” e microzonizzazione;
- verifica di fattibilità sismica delle opere previste nel progetto.

Per gli aspetti geotecnici si possono fare le seguenti considerazioni: si deve rivolgere attenzione ai problemi di interazione terreno-struttura, attraverso l'utilizzo di tipologie fondali che tengano conto dei possibili assestamenti dei terreni anche in considerazione della presenza delle instabilità e delle azioni sismiche. La procedura di progettazione dovrà trovare soluzioni alla situazione geosismica, in particolare per:

- caratterizzazione geotecnica relativa alle colonne stratigrafiche connesse alle varie situazioni litostratigrafiche;
- verifica della tipologia fondale e/o strutturale.

Si è proceduto alla ricerca interpretazione di campagne di indagini precedenti al fine di acquisire più puntuali informazioni sulle caratteristiche sismiche dei substrati.

### 3. Parametri e Caratterizzazione sismica dei terreni

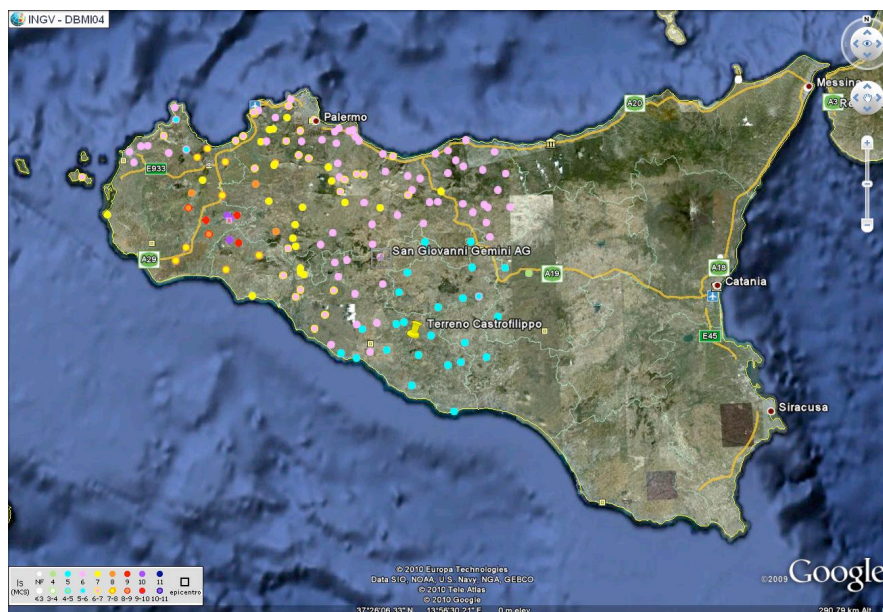
L'area in esame si trova sulla parte sommitale e centrale di un acclive pendio che scende rapidamente da quota 180 m.s.l.m. (quota trazzera salina) a quota 140 rappresentata dall'alveo del vallone che drena gran parte delle acque ricadenti nelle aree ad Est di quella in esame.

L'andamento morfologico arrotondato, anche se acclive, rivela la natura del tipo litologico presente; esso è dato dalle argille limose grigio azzurre che si rinvencono al letto della serie gessoso-solfifera siciliana. Le argille risultano ricoperte da una eterogenea coltre di sedimenti, con frazione sabbiosa e inclusi litoidi di varia natura e consistenza derivante dalla oblazione dei rilievi soprastanti.

In passato l'area è stata interessata da 5 eventi sismici di cui quello più rilevante ai fini degli effetti su cose e persone è stato quello del 1968 che

Effects	Earthquake occurred:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
5-6	1907	04	24	21	CAMMARATA	DOM	1	5-6	4.63
6	1968	01	15	02 01 09	Valle del Belice	CFTI	163	10	6.12
NF	1980	11	23	18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89
NF	1990	12	13	00 24 28	Sicilia sud-orientale	CFTI	304	7	5.68
4	2002	09	06	01 21 29	PALERMO	INGVAM	132	6	5.89

ricade nell'area epicentrale denominata "Valle del Belice".

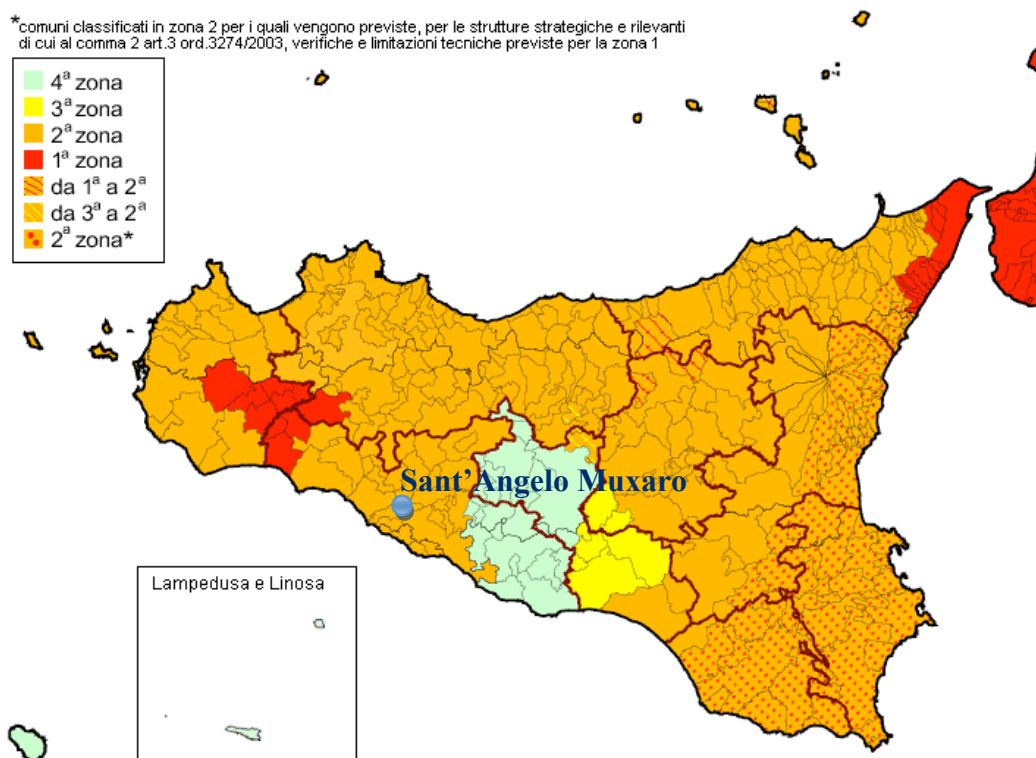


A seguito del succitato evento sismico, in osservanza della Legge n° 64 del 02/02/74, l'area in esame è stata classificata zona sismica di 2<sup>a</sup> Categoria.

Le vecchie normative antisismiche nazionali, prevedono azioni di progetto riferibili ad accelerazioni pari a  $C=(S-2)/100=0,07g$ , da correggere considerando le capacità dissipative delle strutture ed il fattore di sicurezza.

In seguito l'emanazione dell'Eurocodice 8 (EC8), adottato dai paesi comunitari, costituisce il riferimento principale di norme per l'indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture e la valutazione della sicurezza ed adeguamento delle strutture esistenti.

Il 20 marzo 2003, con l'emanazione dell'O.P.C.M. n.3274, la normativa nazionale in materia si è evoluta con la nuova classificazione sismica del territorio italiano, che ha portato la Regione Siciliana con delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/ 2003 (G.U.R.S. n.7 del 13/02/2004 Parte I) alla classificazione sismica del territorio regionale in 4 zone:



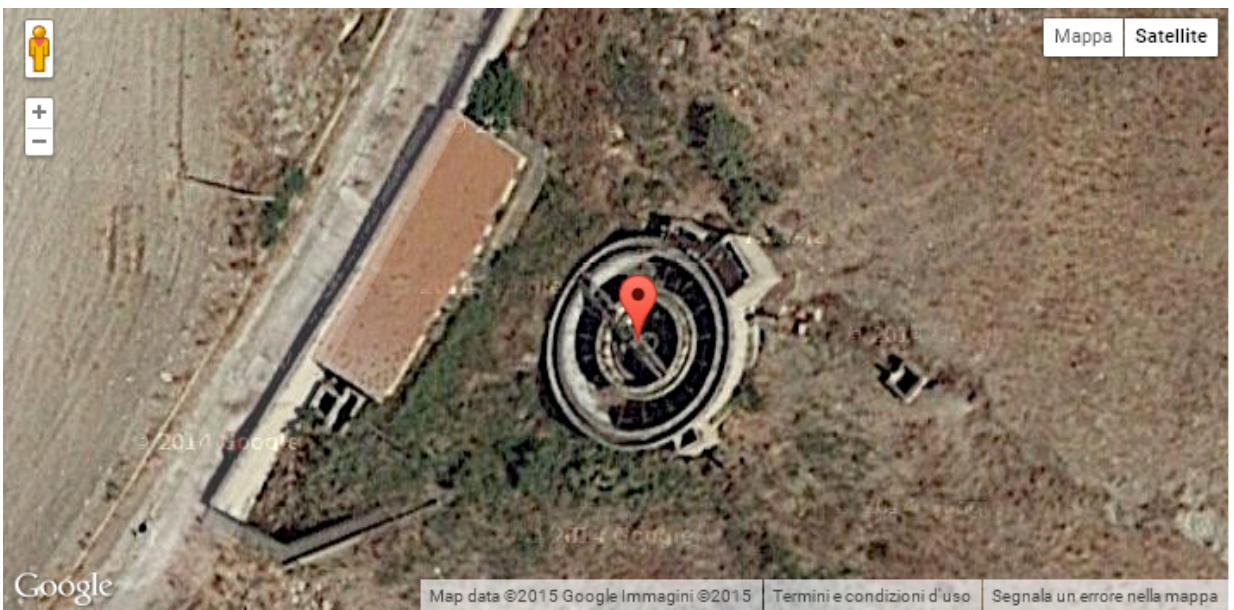
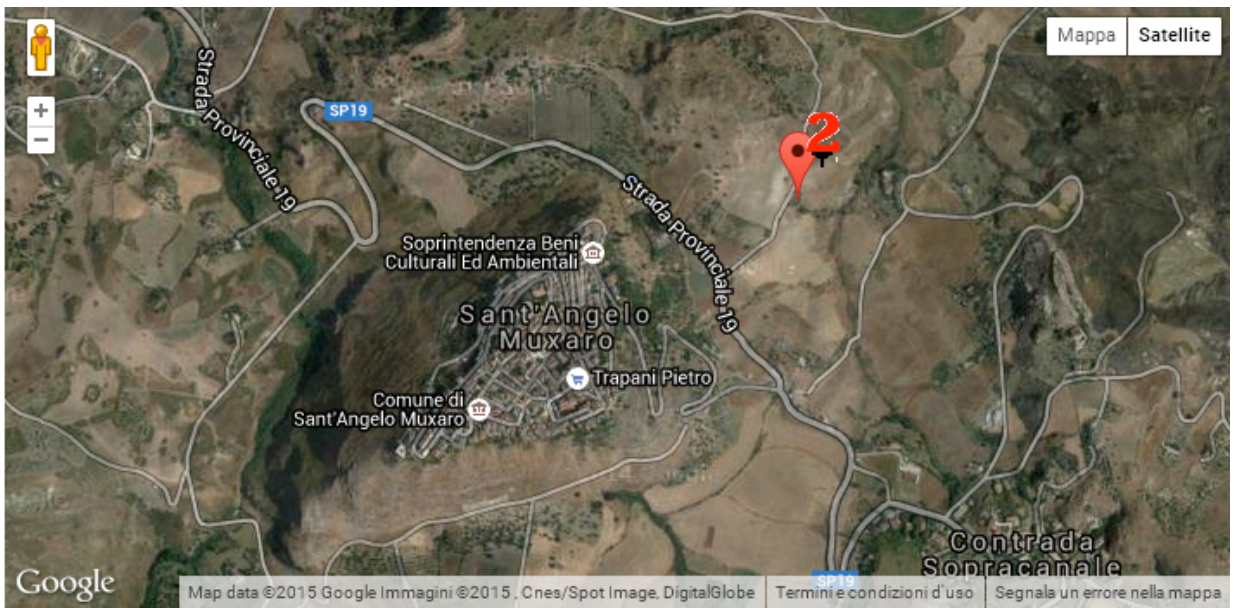
nella quale il Comune di Sant'Angelo Muxaro è stato individuato nella 2<sup>o</sup> zona (medio-alta sismicità).

La pericolosità sismica, definita come la probabilità di scuotimento di data intensità in un determinato punto ed in un certo intervallo di tempo, è un fenomeno puramente naturale per il quale non esistono strumenti di controllo e mitigazione. Nel caso del rischio sismico i fattori che possono essere controllati sono la vulnerabilità ed il valore degli elementi a rischio mediante interventi strutturali, ad esempio con l'adeguamento delle costruzioni alle norme antisismiche, o non strutturali, come l'apposizione di limitazioni d'uso del territorio.

La valutazione della pericolosità consiste in pratica nella previsione della ricorrenza dei terremoti e dei parametri del moto con i quali un evento sismico si manifesta in un certo punto della superficie (risposta sismica). In particolare si devono valutare la scuotibilità (parametri del moto del terreno sulla base dei caratteri sismotettonici generali dell'area considerata), la risposta sismica locale (fattori locali superficiali e del substrato di carattere geologico, morfologico, idrologico che possono modificare le vibrazioni sismiche o costituire situazioni di precario equilibrio geomorfologico).

Di seguito si elencano i parametri considerati nella valutazione della pericolosità sismica dell'area oggetto di intervento:

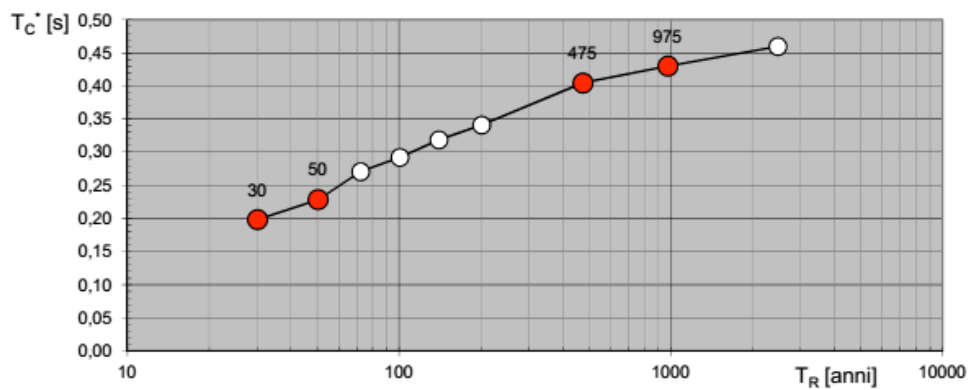
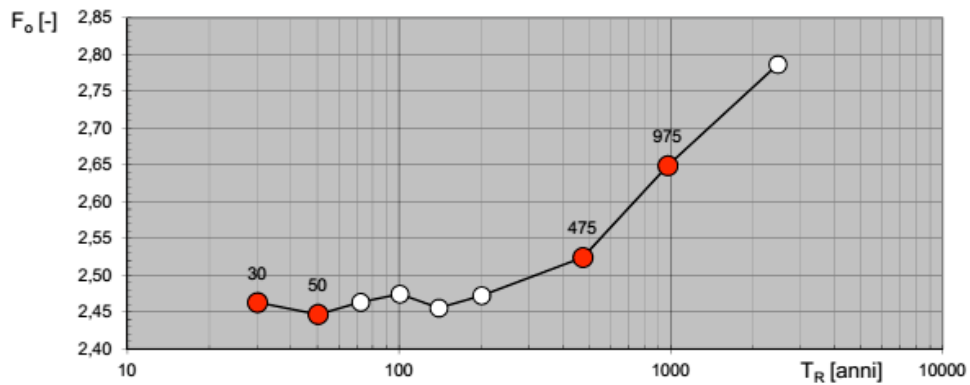
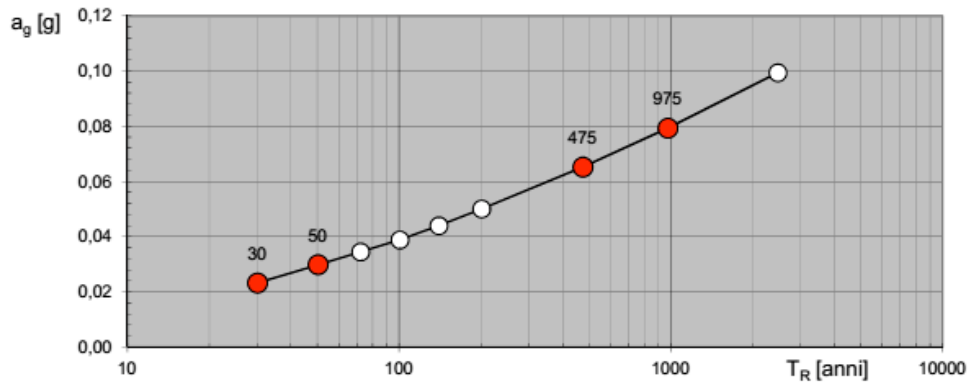
Comune	Coordinate Geografiche sito ED50 / WGS84		Zona Sismica	Coefficiente Amplificazione Topografica	Categoria Sottosuolo	Vita Nominale	Classe d'uso	Coefficiente d'uso
	Longitudine	Latitudine						
Sant'Angelo Muxaro	13,553092 13,552245	37,484312 37,483242	2 <sup>a</sup>	1,40	C	50	II	1,0



Siti di riferimento

Sito 1	ID: 48063	Lat: 37,4850	Lon: 13,4909	Distanza: 5492,396
Sito 2	ID: 48064	Lat: 37,4850	Lon: 13,5537	Distanza: 87,372
Sito 3	ID: 48286	Lat: 37,4350	Lon: 13,5536	Distanza: 5488,987
Sito 4	ID: 48285	Lat: 37,4350	Lon: 13,4909	Distanza: 7763,812

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,023	2,463	0,198
SLD	50	0,030	2,447	0,229
SLV	475	0,065	2,524	0,405
SLC	975	0,079	2,649	0,430



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,065 g
$F_o$	2,524
$T_c^*$	0,405 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,415
$S_T$	1,400
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	2,100
$\eta$	1,000
$T_B$	0,191 s
$T_C$	0,573 s
$T_D$	1,861 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,137
$T_B \leftarrow$	0,191	0,346
$T_C \leftarrow$	0,573	0,346
	0,634	0,312
	0,695	0,285
	0,757	0,262
	0,818	0,242
	0,879	0,225
	0,941	0,211
	1,002	0,198
	1,063	0,186
	1,125	0,176
	1,186	0,167
	1,247	0,159
	1,309	0,151
	1,370	0,145
	1,432	0,138
	1,493	0,133
	1,554	0,127
	1,616	0,123
	1,677	0,118
	1,738	0,114
	1,800	0,110
$T_D \leftarrow$	1,861	0,106
	1,963	0,096
	2,065	0,086
	2,167	0,079
	2,268	0,072
	2,370	0,066
	2,472	0,060
	2,574	0,056
	2,676	0,051
	2,778	0,048
	2,880	0,044
	2,981	0,041
	3,083	0,039
	3,185	0,036
	3,287	0,034
	3,389	0,032
	3,491	0,030
	3,593	0,029
	3,694	0,027
	3,796	0,026
	3,898	0,024
	4,000	0,023

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{av}$	0,022 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,400
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,870
$S$	1,400
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

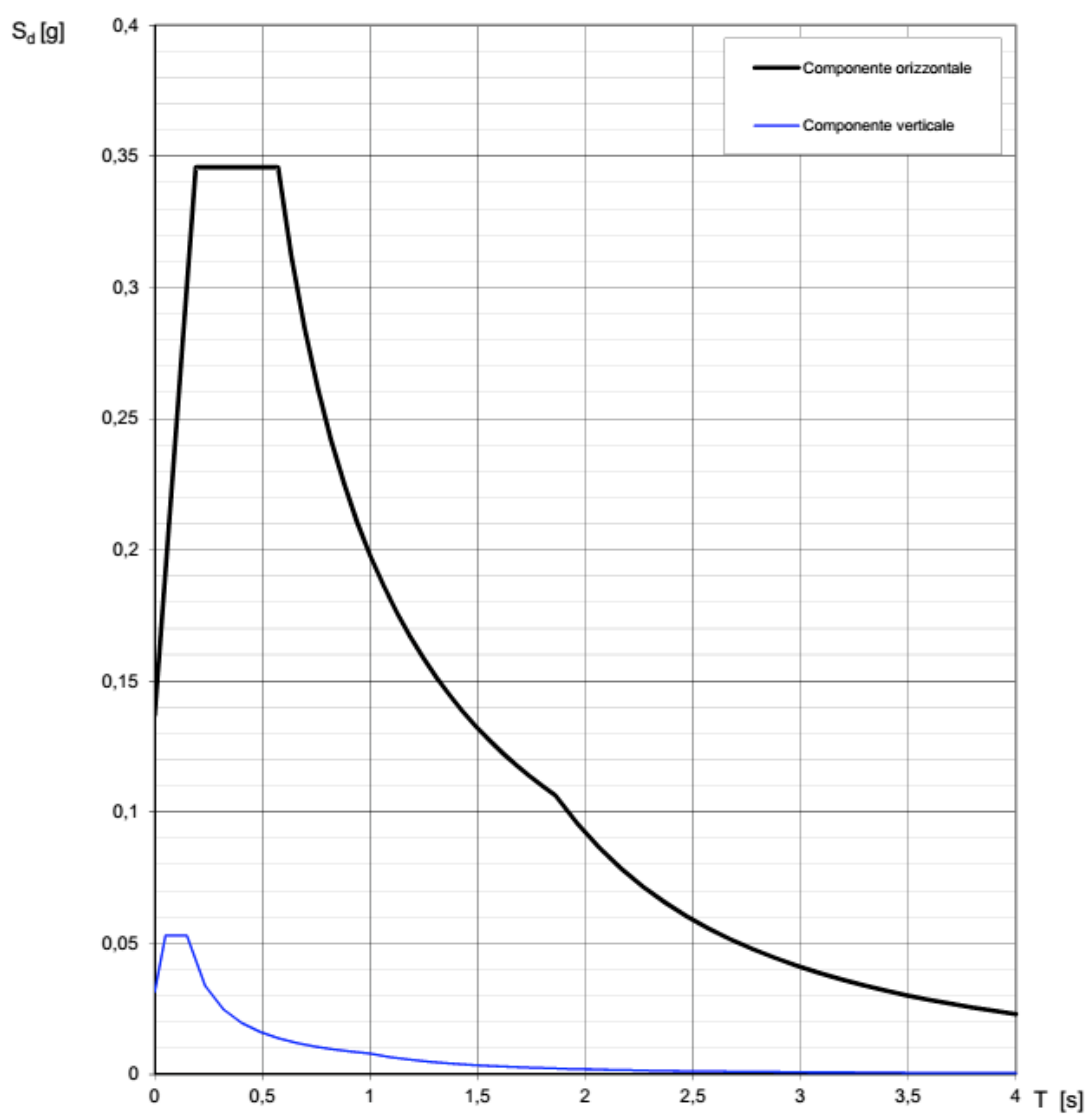
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,031
$T_B \leftarrow$	0,050	0,053
$T_C \leftarrow$	0,150	0,053
	0,235	0,034
	0,320	0,025
	0,405	0,020
	0,490	0,016
	0,575	0,014
	0,660	0,012
	0,745	0,011
	0,830	0,010
	0,915	0,009
$T_D \leftarrow$	1,000	0,008
	1,094	0,007
	1,188	0,006
	1,281	0,005
	1,375	0,004
	1,469	0,004
	1,563	0,003
	1,656	0,003
	1,750	0,003
	1,844	0,002
	1,938	0,002
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,000

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**



#### **4. Conclusioni**

L'area oggetto di intervento sorge sulla successione di due strati di terreni: 1° Strato (da mt. 0,00 sino a mt. 4,00) costituito da una formazione di argille sabbiose giallastre; il 2° Strato (da mt. 4,00 a mt. 20,00 ed oltre) costituito da una formazione di argille limose grigio azzurre, con livelli argillosi giallastri al tetto.

La morfologia caratterizzante dei luoghi oggetto di intervento, l'assenza di pressione neutre ed i valori della coesione non drenata delle argille grigio azzurre comportano un fattore di microzonizzazione sismica in grado di garantire una sostanziale stabilità.

I caratteri fisico-meccanici e litologici dei terreni presenti escludono la possibilità di fenomeni di liquefazione a seguito di vibrazioni indotte da sisma; tuttavia codesti fenomeni, pur potendosi manifestare, d'altro canto in una forma contenuta, dovrebbero risultare compatibili con la tipologia di opere previste in progetto.