

| EMISSIONE | DATA       | MODIFICHE       |
|-----------|------------|-----------------|
| A         | 2017.11.10 | PRIMA EMISSIONE |
|           |            |                 |
|           |            |                 |
|           |            |                 |

**COMUNE DI CATANIA**

**Completamento del Piano di Risanamento del Rione S. Berillo**

Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica s.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l. -  
Risanamento San Berillo s.r.l.

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA - PARCHEGGI PUBBLICI INTERRATI CON SOVRASTANTE E  
ATTIGUA AREA A VERDE ATTREZZATO Vp1-Vp2

**PROGETTO ESECUTIVO**

**STRUTTURE**  
Relazione sismica

Tav: R14

Scala: --

**PROGETTAZIONE STRUTTURALE**

Ing. Gabriele Correnti  
Piazza della Repubblica, 31  
95131 Catania  
tel. 095.533423  
ingcorrenti@libero.it



## **Sommario**

|   |   |
|---|---|
| 1. Premesse .....   | 2 |
| 2. Normativa .....  | 3 |
| 3. Vita nominale, Classe d'uso e Periodo di riferimento ..... | 4 |
| 4. Categoria del sottosuolo.....                              | 6 |
| 5. Categoria topografica .....                                | 8 |
| 6. Dati sismici .....   | 9 |

## **1. PREMESSE**

La presente relazione illustra i criteri adottati per la definizione delle azioni sismiche di progetto, in relazione agli stati limite considerati, per la redazione del Progetto Esecutivo delle *Opere di urbanizzazione primarie*, previste nell'ambito del completamento del piano di risanamento del rione San Berillo di Catania, riguardanti segnatamente le aree VP1 e VP2.

Le opere strutturali previste sono le seguenti:

- Parcheggio multipiano interrato su Piazza della Repubblica;
- Opere idrauliche (vasche, pozzetti, accessori).

E' stata presa in considerazione la pericolosità sismica di base, costituita dall'accelerazione massima su suolo rigido desunta dallo spettro di risposta elastico in relazione alle probabilità di superamento in ciascun periodo di riferimento.

I parametri che quantificano lo spettro sono:

- L'accelerazione orizzontale massima del sito in oggetto;
- Il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Il periodo di inizio del tratto a velocità costante.

## **2. NORMATIVA**

- 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;
- D.M. 14 Gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
- Circolare 617 del 02/02/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Eurocodici.

### 3. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale è pari al numero di anni durante i quali la struttura potrà essere utilizzata in sicurezza purché soggetta all'ordinaria manutenzione.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I

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

| TIPI DI COSTRUZIONE |  | Vita Nominale<br>$V_N$ (in anni) |
|---------------------|--|----------------------------------|
| 1                   | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>                   | $\leq 10$                        |
| 2                   | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | $\geq 50$                        |
| 3                   | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica    | $\geq 100$                       |

L'opera in oggetto, potendo essere classificata come "ordinaria", ha una vita nominale pari a 50 anni.

Per quanto riguarda la **classe d'uso**, l'opera in oggetto, in considerazione della possibilità di potere prevedere affollamenti significativi, è stata considerata in classe d'uso III.

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

**Tab. 2.4.II** – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

| CLASSE D'USO       | I   | II  | III | IV  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE $C_U$ | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

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

Il coefficiente d'uso, quindi, è pari a 1,5.

Quindi,

$$V_R = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

#### 4. CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

Per la valutazione dell'azione sismica di progetto, ovvero per riferire lo spettro elastico al sito ed alle opere in oggetto, è necessario definire la categoria del sottosuolo sul quale sorgeranno le opere.

**Tabella 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo*

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

**Tabella 3.2.III** – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

| <b>Categoria</b> | <b>Descrizione</b>  |
|------------------|---|
| <b>S1</b>        | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| <b>S2</b>        | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.  |

Come è possibile evincere dalla relazione geologico-tecnica, in considerazione delle risultanze delle indagini sismiche, il suolo in oggetto è classificabile, prudenzialmente, come "B".

A tale categoria corrispondono i fattori di amplificazione riportati nelle tabelle che seguono.

#### **Amplificazione Stratigrafica**

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_c^*$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

**Tabella 3.2.V** – *Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$*

| Categoria sottosuolo | $S_s$   | $C_c$                        |
|----------------------|---|------------------------------|
| A                    | 1,00  | 1,00                         |
| B                    | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C                    | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D                    | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E                    | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

Dalle prove sismiche effettuate si deduce che il terreno in oggetto è classificabile di categoria **B**; pertanto, i coefficienti stratigrafici sono i seguenti:

$$S_{S-SLO} = 1,20$$

$$S_{S-SLD} = 1,20$$

$$S_{S-SLV} = 1,16$$

## **5. CATEGORIA TOPOGRAFICA**

In relazione alla pendenza del terreno su cui sorgeranno le opere, si definisce un fattore amplificativo dell'effetto sismico.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV)

**Tabella 3.2.IV –** *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 $i > 30^\circ$                  |

Considerato che il terreno interessato dalle opere in oggetto è sostanzialmente pianeggiante, sotto il profilo topografico si può considerare la categoria T1 a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione unitario come è possibile evincere dalla allegata Tab. 3.2.IV.

**Tabella 3.2.VI –** *Valori massimi 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 del rilievo | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4   |

## **6. DATI SISMICI**

### **Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**

Quale che sia la probabilità di superamento nei periodi di riferimento  $P_{VR}$  considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned} \tag{3.2.4}$$

nelle quali  $T$  ed  $S_e$  sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Nelle (3.2.4) inoltre

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_s \cdot S_T, \tag{3.2.5}$$

essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

$\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55, \tag{3.2.6}$$

dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*, \quad (3.2.7)$$

dove  $T_C^*$  è definito al § 3.2 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V);

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3, \quad (3.2.8)$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6. \quad (3.2.9)$$

In mancanza di analisi più dettagliate, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nella Tab.3.2.II, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico  $S_S$ , il coefficiente topografico  $S_T$  e il coefficiente  $C_c$  che modifica il valore del periodo  $T_C$ , precedentemente definiti.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

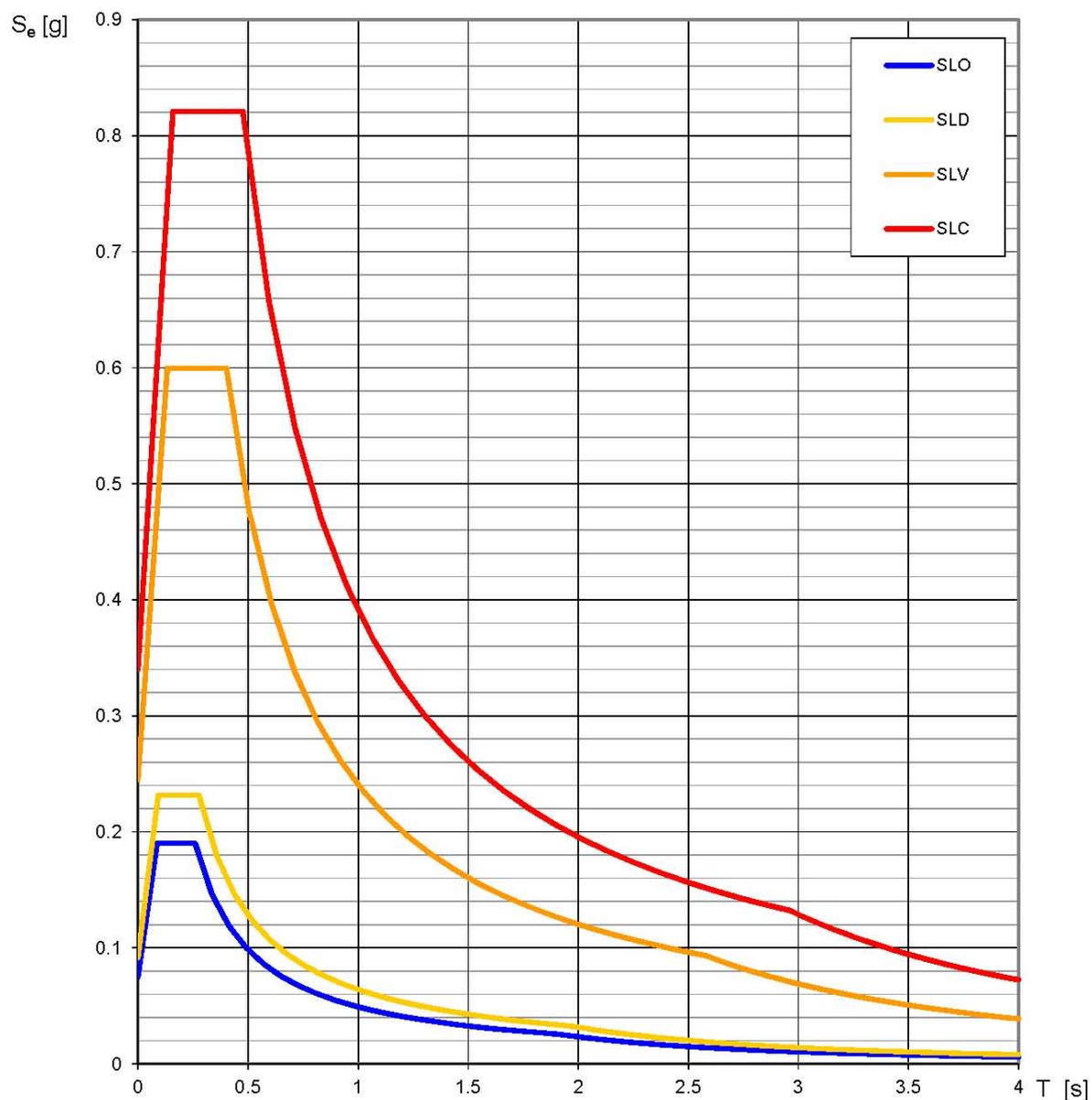
### **Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL**

| SLATO LIMITE | $T_R$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_0$<br>[-] | $T_C^*$<br>[s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO          | 45              | 0.075        | 2.549        | 0.259          |
| SLD          | 75              | 0.092        | 2.522        | 0.277          |
| SLV          | 712             | 0.245        | 2.449        | 0.401          |
| SLC          | 1462            | 0.340        | 2.414        | 0.477          |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

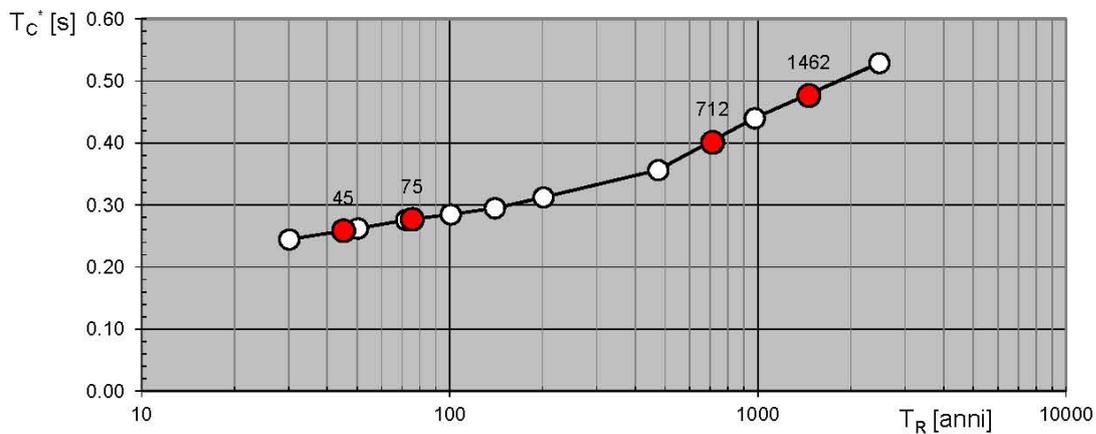
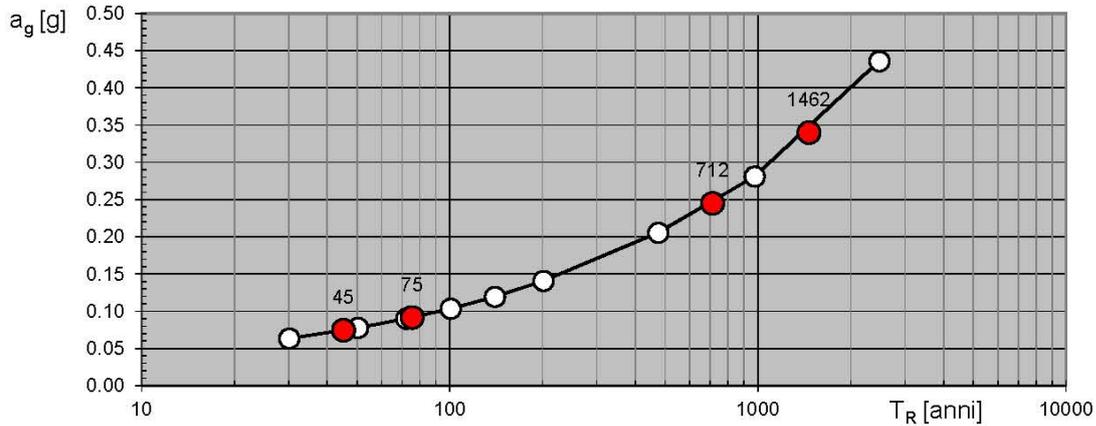
### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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



---

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

---

**Comune di Catania**  
 Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
 Relazione sismica

---

Tutte le strutture sono state calcolate in campo elastico, adottando un fattore di struttura  $q=1$ .

In conclusione di quanto sopra riportato, si riassumono di seguito i parametri sismici adottati per la redazione della progetto strutturale esecutivo dell'opera in oggetto e si riporta lo spettro elastico della componente orizzontale allo SLV sia in forma grafica che in forma tabulare.

**SAN BERILLO – VP1 e VP2**

**Dati di impostazione del calcolo delle strutture**

**NORMATIVA**

DM 14.01.2008

**DATI GENERALI**

|                        |       |     |     |
|------------------------|-------|-----|-----|
| Vita nominale          | $V_n$ | [a] | 50  |
| Classe d'uso           |       |     | III |
| Coefficiente           | $C_u$ |     | 1.5 |
| Periodo di riferimento | $V_r$ | [a] | 75  |

**UBICAZIONE**

|             |        |               |              |
|-------------|--------|---------------|--------------|
| Comune      |        | Catania       |              |
| Localit     |        | Via L. Sturzo |              |
| Latitudine  | [ dec] | 37,5071       | [UTM - ED50] |
| Longitudine | [ dec] | 15,0913       | [UTM - ED50] |

**FATTORE DI STRUTTURA  $q$**

|                      |     |      |
|----------------------|-----|------|
| Fattore di struttura | $q$ | 1,00 |
|----------------------|-----|------|

**PARAMETRI SISMICI SU SUOLO RIGIDO**

| Parametri dello spettro di risposta elastico orizzontale |             | <b>SLO</b> | <b>SLD</b> | <b>SLV</b> | <b>SLC</b> |
|--|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Tempo di ritorno   | $T_r$ [a]   | 45         | 75         | 712        | ---        |
| Accelerazione al suolo                                   | $a_g/g$     | 0.075      | 0.092      | 0.245      | ---        |
| Amplificazione spettrale massima                         | $F_o$       | 2.549      | 2.522      | 2.449      | ---        |
| Periodo inizio tratto a velocit costante                 | $T^*_c$ [s] | 0.259      | 0.277      | 0.401      | ---        |

**DATI TOPOGRAFICI**

|  |       |     |
|--|-------|-----|
| Categoria topografica                      |       | T1  |
| Coefficiente di amplificazione topografica | $S_T$ | 1,0 |

**PARAMETRI GEOTECNICI**

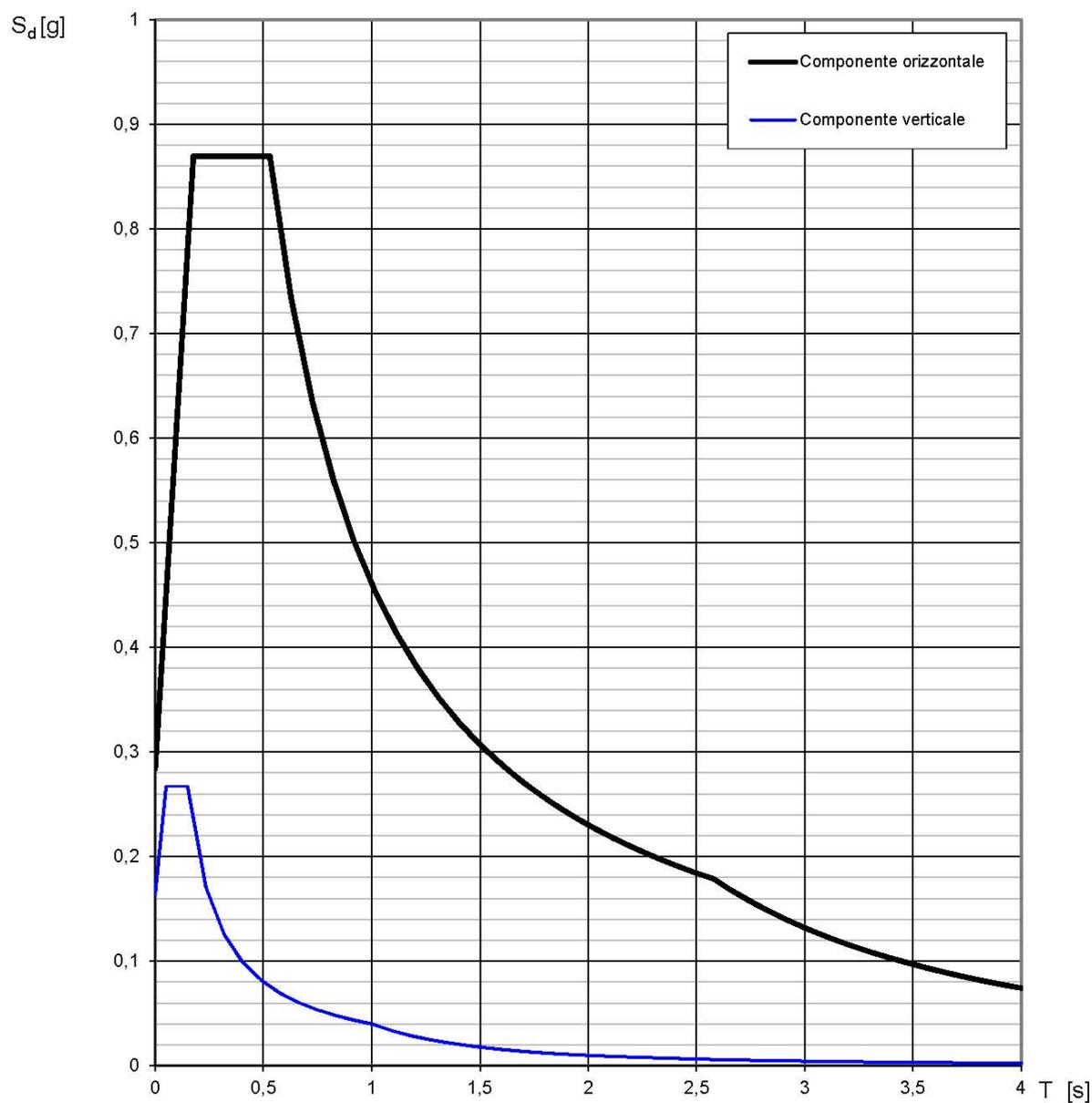
Di seguito si riportano in forma sintetica i contenuti numerici della relazione geotecnica

|  |                              |            |            |            |            |
|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Categoria del sottosuolo                     |                              | B          |            |            |            |
| Categoria aggiuntiva                         |                              | --         |            |            |            |
| Costante di sottofondo                       | $K$ [kg/cm <sup>2</sup> ]    | 4-8        |            |            |            |
| Angolo di attrito interno                    | $\phi$ [ ]                   | 35         |            |            |            |
| Peso specifico                               | $\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ] | 2.00       |            |            |            |
|  |                              | <b>SLO</b> | <b>SLD</b> | <b>SLV</b> | <b>SLC</b> |
| Coefficiente di amplificazione topografica   | $S_T$                        | 1.0        | 1.0        | 1.0        | ---        |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_s$                        | 1.20       | 1.20       | 1.16       | ---        |
| Coefficiente di amplificazione               | $S$ $S_s \times S_T$         | 1.20       | 1.20       | 1.16       | ---        |

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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

---



---

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0,245 g |
| $F_0$        | 2,449   |
| $T_C$        | 0,401 s |
| $S_S$        | 1,160   |
| $C_C$        | 1,320   |
| $S_T$        | 1,000   |
| $q$          | 0,800   |

**Parametri dipendenti**

|        |         |
|--------|---------|
| $S$    | 1,160   |
| $\eta$ | 1,250   |
| $T_B$  | 0,177 s |
| $T_C$  | 0,530 s |
| $T_D$  | 2,580 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)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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 | 0,284  |
| $T_B$ ← | 0,177 | 0,870  |
| $T_C$ ← | 0,530 | 0,870  |
|         | 0,627 | 0,734  |
|         | 0,725 | 0,635  |
|         | 0,823 | 0,560  |
|         | 0,920 | 0,501  |
|         | 1,018 | 0,453  |
|         | 1,115 | 0,413  |
|         | 1,213 | 0,380  |
|         | 1,311 | 0,351  |
|         | 1,408 | 0,327  |
|         | 1,506 | 0,306  |
|         | 1,603 | 0,287  |
|         | 1,701 | 0,271  |
|         | 1,799 | 0,256  |
|         | 1,896 | 0,243  |
|         | 1,994 | 0,231  |
|         | 2,092 | 0,220  |
|         | 2,189 | 0,210  |
|         | 2,287 | 0,201  |
|         | 2,384 | 0,193  |
|         | 2,482 | 0,186  |
| $T_D$ ← | 2,580 | 0,179  |
|         | 2,647 | 0,170  |
|         | 2,715 | 0,161  |
|         | 2,783 | 0,153  |
|         | 2,850 | 0,146  |
|         | 2,918 | 0,140  |
|         | 2,985 | 0,133  |
|         | 3,053 | 0,127  |
|         | 3,121 | 0,122  |
|         | 3,188 | 0,117  |
|         | 3,256 | 0,112  |
|         | 3,324 | 0,108  |
|         | 3,391 | 0,103  |
|         | 3,459 | 0,099  |
|         | 3,527 | 0,096  |
|         | 3,594 | 0,092  |
|         | 3,662 | 0,089  |
|         | 3,729 | 0,085  |
|         | 3,797 | 0,082  |
|         | 3,865 | 0,080  |
|         | 3,932 | 0,077  |
|         | 4,000 | 0,074  |

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell