



AGENZIA DEL DEMANIO

# AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO  
PRELIMINARE

PROGETTO  
DEFINITIVO

PROGETTO  
ESECUTIVO

**OGGETTO:** Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

**UBICAZIONE:** Località Santa Caterina - Reggio Calabria

**COMMITTENTE:** Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

**CODICE CIG:** 7121966045

**CODICE CUP:** G36D17000050001

## PROGETTO STRUTTURALE

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	26/11/2018	Prima Emissione	Ing. Mariano Salvatore
01	30/10/2020	Prima Revisione	VERIFICATO DA: Ing. Carlo Carletti
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO :
05/17- <b>PS.RT03/01</b>	Edificio A Polifunzionale: ▪ Relazione sismica

<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b> Ing. Salvatore CONCETTINO	<b>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> Arch. Valentino TROPEANO
--	---

PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE Arch. Valentino TROPEANO	
<b>RESPONSABILI</b>	<b>GRUPPO DI LAVORO</b>
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA</b> Arch. Gianfranco PICARIELLO	Ing. Antonio GRAZIANO Ing. Lella Liana IMBRIANI Ing. Mariano SALVATORE Ing. Domenico DE MATTIA Ing. Rosa LO PRIORE Arch. Ivan GUERRIERO
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE</b> Ing. Carlo CARLETTI	Arch. Stanislao SACCARDO Geom. Gennarino IANDIORIO Geom. Franco IMBIMBO Per.Ind. Antonio FESTA
<b>RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> Geol. Carmine MAZZAROTTI	<b>CONSULENTI SCIENTIFICI</b>
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI</b> Ing. Bruno MATTIA	Prof. Ing. Luigi PETTI Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI</b> Ing. Mauro GUERRIERO	
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA</b> Arch. Patrizia GAMMA	

# **COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA**

## **Località Santa Caterina**

*Completamento ed Ampliamento del Polifunzionale Manganelli per la Nuova  
Sede del XII reparto Mobile della Polizia di Stato in Reggio Calabria  
Località Santa Caterina*

**RELAZIONE SISMICA  
EDIFICIO ISOLATO**

## **SOMMARIO**

1. PREMESSA .....	3
2. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA.....	4
3. CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO AI FINI DEL CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE .....	7
4. CALCOLO DELLA DOMANDA SISMICA .....	9

## 1. PREMESSA

Il Comune di Reggio di Calabria, secondo l'attuale classificazione sismica della Regione Calabria (*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004*), è classificato in Zona Sismica 1.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni l'azione sismica è valutata in considerazione della "pericolosità sismica di base" definita in condizioni ideali di sito di riferimento su suolo rigido e superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC), in corrispondenza dei punti di un *reticolo di riferimento* i cui nodi non distano tra loro più di 10 km (*Allegato A, NTC2008*).

Per ognuno di tali punti la pericolosità è definita in funzione di:

- Valore di accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_g$ );
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale ( $F_0$ );
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro ( $T_C^*$ ).

Tali parametri sono funzione del periodo di ritorno  $T_R$  in un intervallo compreso tra 30 e 2475 anni.

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$ , riportati nell'Allegato B alle NTC, sono stati determinati sulla base delle mappe di pericolosità elaborate nell'ambito del *Progetto SI – Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di nuovi sviluppi, convenzione INGV-DPC 2004-2006*.

In particolare, nell'ambito di tale progetto, sono state costruite mappe di pericolosità per le seguenti probabilità di eccedenza in 50 anni:

Probabilità di eccedenza in 50 anni	Periodi di ritorno	Frequenze annuali di eccedenza
81%	30	0.0332
63%	50	0.0199
50%	72	0.0139
39%	101	0.0099
30%	140	0.0071
22%	201	0.0050
10%	475	0.0021
5%	975	0.0010
2%	2475	0.0004

Tali mappe di pericolosità sono state elaborate mediante una metodologia probabilistica (Metodo di Cornell) che si basa sull'individuazione delle zone sismogenetiche, delle leggi di occorrenza degli eventi sismici per ognuna di tali zone e delle leggi di attenuazione del segnale sismico dalla sorgente ai singoli siti.

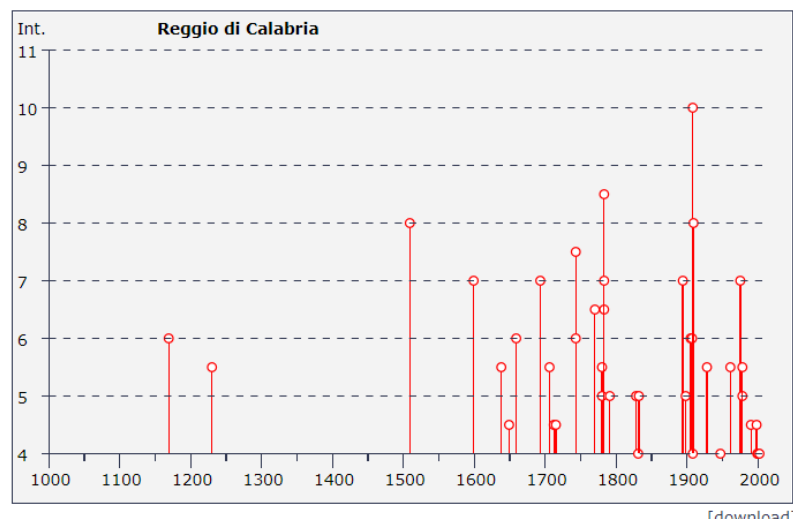
In tal modo sono state valutate e rese disponibili le curve di pericolosità sismica per ognuno degli oltre 16000 nodi che costituiscono la griglia di riferimento.

Per quanto attiene al sito specifico, la domanda sismica è valutata considerando gli effetti di amplificazione locale, come descritto nella specifica relazione cui si rimanda.

## 2. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA

Come detto, il comune di Reggio Calabria, secondo l'attuale classificazione sismica "a zona" della Regione di Calabria (*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004*), è classificato in zona sismica 1.

Ad oggi, dal Database Macrosismico Italiano *versione DBM11* a cura dell'INGV, risultano censiti i seguenti scuotimenti sismici di rilievo nel comune di Reggio di Calabria:



### **Storia sismica di Reggio di Calabria** **[38.108, 15.647]**

**Numero di eventi: 65**

Effetti		In occasione del terremoto del:		
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	<a href="#">1169 02 04 07:00</a>	Sicilia orientale	10	10 6.41 ±0.34

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5-6	<u>1230 04 05</u>	REGGIO CALABRIA	1	5-6 4.51 ±0.34
NR	<u>1494 05 29 02:15</u>	Messina	2	7-8 5.35 ±0.34
8	<u>1509 02 25 22:20</u>	Calabria meridionale	4	8 5.57 ±0.38
7	<u>1599 08</u>	MESSINA	2	7 5.14 ±0.34
5-6	<u>1638 03 27 15:05</u>	Calabria	213	11 7.03 ±0.12
4-5	<u>1649 01</u>	MESSINA	2	5-6 4.51 ±0.34
6	<u>1659 11 05 22:15</u>	Calabria centrale	126	10 6.55 ±0.13
7	<u>1693 01 11 13:30</u>	Sicilia orientale	185	11 7.41 ±0.15
5-6	<u>1706 03 19</u>	REGGIO CALABRIA	4	5-6 4.63 ±0.72
4-5	<u>1712 07 16</u>	CALABRIA MERID.	4	
4-5	<u>1715 02 21</u>	REGGIO CALABRIA	4	5-6 4.51 ±0.34
7-8	<u>1743 02 20 16:30</u>	Basso Ionio	77	9 7.13 ±0.19
6	<u>1743 12 07 00:05</u>	Calabria centrale	25	8 5.68 ±0.47
F	<u>1767 07 14 01:05</u>	Cosentino	8	8-9 5.98 ±0.61
6-7	<u>1770 06 08</u>	REGGIO CALABRIA	2	5-6 4.51 ±0.34
5-6	<u>1780 03 28 22:15</u>	Taormina	8	7-8 5.55 ±0.64
5	<u>1780 04 09 02:30</u>	Messina	3	6-7 4.93 ±0.34
8-9	<u>1783 02 05 12:00</u>	Calabria	356	11 7.02 ±0.08
6-7	<u>1783 02 07 13:10</u>	Calabria	191	10-11 6.62 ±0.11
7	<u>1783 03 28 18:55</u>	Calabria	323	11 6.98 ±0.08
5	<u>1791 10 13 01:20</u>	Calabria centrale	76	9 6.03 ±0.17
3-4	<u>1818 02 20 18:15</u>	Catanese	128	9-10 6.23 ±0.12
3-4	<u>1824 12 11</u>	ROSSANO	4	7-8 5.35 ±0.34
5	<u>1828 03 12</u>	PALMI	4	7 5.14 ±0.34
4	<u>1831 01 28</u>	MILAZZO	4	5-6 4.51 ±0.34
5	<u>1832 03 08 18:30</u>	Crotonese	101	10 6.59 ±0.16
NF	<u>1835 10 12 22:35</u>	Cosentino	36	9 5.83 ±0.32
NF	<u>1836 04 25 00:20</u>	Calabria settentrionale	46	9 6.20 ±0.25
3	<u>1854 02 12 17:50</u>	Cosentino	89	10 6.21 ±0.16
2	<u>1857 12 16 21:15</u>	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3	<u>1869 11 28</u>	VIBO VALENTIA	21	5-6 4.66 ±0.34
2-3	<u>1870 10 04 16:55</u>	Cosentino	56	9-10 6.10 ±0.19
3	<u>1884 01 10 20:35</u>	VERSANTE SETTENTRIONALE	14	5 4.39 ±0.34
3	<u>1887 12 03 03:45</u>	Calabria settentrionale	142	8 5.49 ±0.14
3	<u>1892 03 16 12:38</u>	ALICUDI	28	7 5.29 ±0.31
3	<u>1893 04 22 03:20</u>	MONTALBANO	33	6-7 4.87 ±0.28
7	<u>1894 11 16 17:52</u>	Calabria meridionale	303	9 6.07 ±0.10
F	<u>1894 12 27</u>	FILICUDI	12	6 5.18 ±0.34
5	<u>1898 08 12</u>	ROMETTA	69	6-7 4.89 ±0.22
6	<u>1905 09 08 01:43</u>	Calabria meridionale	895	7.04 ±0.16
6	<u>1907 10 23 20:28</u>	Calabria meridionale	274	8-9 5.87 ±0.25
4	<u>1908 12 10 06:20</u>	NOVARA DI SICILIA	64	7 5.13 ±0.26
10	<u>1908 12 28 04:20</u>	Calabria meridionale-Messina	800	11 7.10 ±0.15
8	<u>1909 07 01 06:24</u>	CALABRO MESSINESE	35	
3-4	<u>1910 06 07 02:04</u>	Irpinia-Basilicata	376	8 5.73 ±0.09
3-4	<u>1913 06 28 08:52</u>	Calabria settentrionale	151	8 5.66 ±0.14
NF	<u>1913 10 04 18:26</u>	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11
F	<u>1916 07 03 23:21</u>	STROMBOLI	18	5-6 4.93 ±0.26
5-6	<u>1928 03 07 10:55</u>	CAPO VATICANO	30	7-8 5.83 ±0.26
3	<u>1936 10 08 08:04</u>	Patti	16	4.84 ±0.20
4	<u>1947 05 11 06:32</u>	Calabria centrale	254	8 5.70 ±0.13
5-6	<u>1961 03 24 10:36</u>	ASPROMONTE	59	5-6 4.79 ±0.28
RS	<u>1967 12 09 03:09</u>	Adriatico Meridionale	22	
3	<u>1968 05 19 09:37</u>	Basso Tirreno	11	4.90 ±0.29
7	<u>1975 01 16 00:09</u>	Stretto di Messina	346	7-8 5.20 ±0.09
5	<u>1978 03 11 19:20</u>	Calabria meridionale	126	8 5.24 ±0.09
5-6	<u>1978 04 15 23:33</u>	Golfo di Patti	332	6.06 ±0.09
3-4	<u>1980 11 23 18:34</u>	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
4-5	<u>1990 12 13 00:24</u>	Sicilia sud-orientale	304	7 5.64 ±0.09
4-5	<u>1998 02 08 01:12</u>	ASPROMONTE	39	5 4.13 ±0.17

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1999 02 14 11:45	Patti	101	4.69 ±0.09
4	2000 03 17 03:52	Calabria	25	5 4.22 ±0.16
3-4	2002 04 05 04:52	Isole Eolie	21	5-6 4.47 ±0.09
4	2002 09 06 01:21	PALERMO	132	5.94 ±0.09

### 3. CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO AI FINI DEL CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche è stata valutata la pericolosità sismica di base del sito oggetto di intervento in accordo Norme Tecniche per le Costruzioni.

Di seguito, dunque, si riporta la valutazione dei parametri di pericolosità e degli spettri di risposta corrispondenti specifici per il Comune di Reggio Di Calabria, valutati sulla base dei risultati ottenuti nell'ambito della convenzione INGV e DPC nel *Progetto S1 -Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi* pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La valutazione della pericolosità sismica di base del sito sul reticolo di riferimento è valutata in funzione delle coordinate (longitudine e latitudine) del sito oggetto di intervento:

Latitudine [°]: 38.129070

Longitudine: 15.659310

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica;
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio;
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

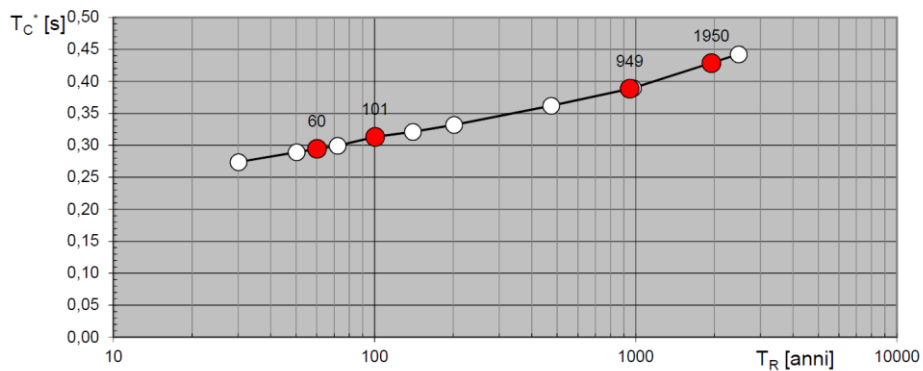
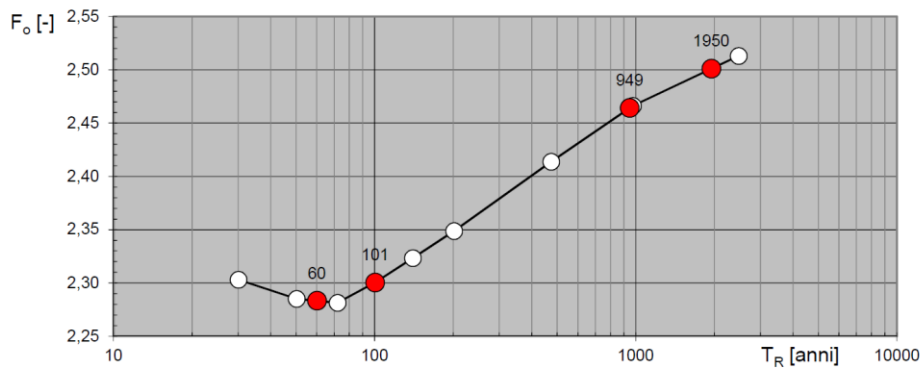
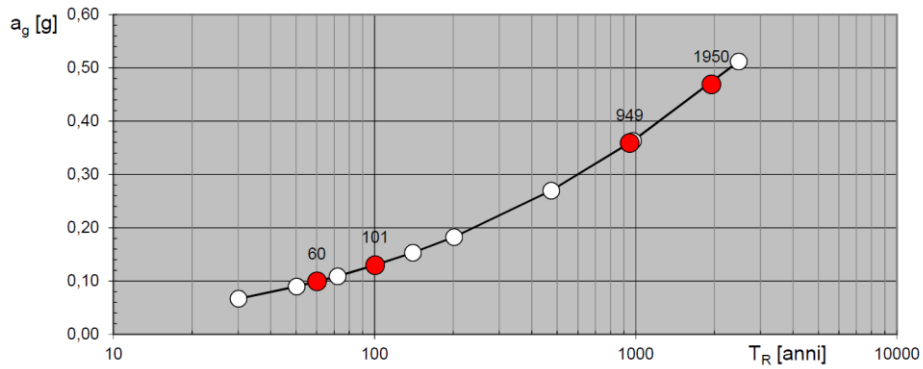


Per l'edificio in questione si considerano:

- **Vita Nominale: 50**
- **Classe d'Uso: IV**

Per tali parametri e coordinate geografiche, risultano le seguenti informazioni, come meglio descritto nella relazione sui fenomeni di amplificazione locale:

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



$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C$ [s]
30	0,067	2,304	0,274
50	0,089	2,286	0,290
72	0,108	2,279	0,302
101	0,129	2,302	0,314
140	0,153	2,324	0,322
201	0,182	2,350	0,332
475	0,269	2,414	0,362
975	0,362	2,465	0,389
2475	0,511	2,512	0,442

#### 4. CALCOLO DELLA DOMANDA SISMICA

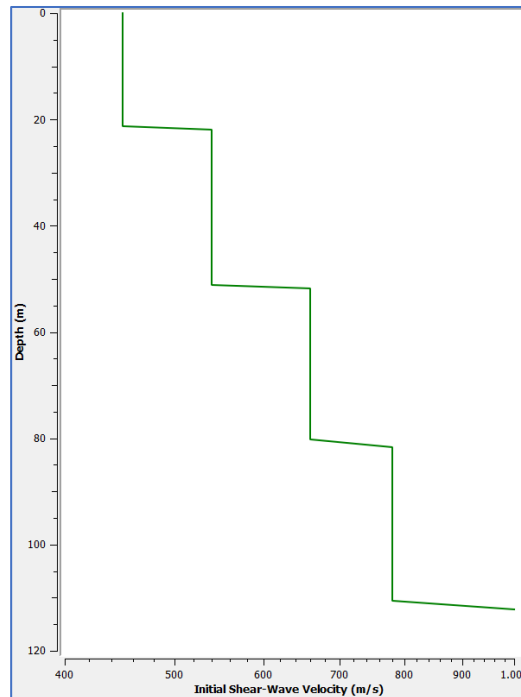
Al fine della caratterizzazione dinamica del terreno di fondazione sono state eseguite campagne di indagini geognostiche e geofisiche di cui si rimanda alla relazione geologica.

Inoltre, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, sia nazionale NTC2018 che regionale (Regione Calabria) nonché in riferimento alla tipologia d'uso dell'opera che rientra quale opera di carattere strategico, è stata eseguita un'analisi della risposta sismica locale al fine di definire le azioni sismiche di progetto. In particolare, data la tipologia stessa dell'opera che prevede una struttura sismicamente isolata alla base nonché, diversamente, opere accessorie e funzionali ancorate ai terreni di fondazione, le analisi sono state eseguite per differenti condizioni di stato limite e per i differenti intervalli spettrali interessati dai moti di vibrare delle opere a farsi.

L'analisi di risposta sismica è stata eseguita adottando un modello monodimensionale di propagazione verticale dell'onda sismica, in quanto l'area, rientrante nella categoria topografica T1( ST= 1), non presenta condizioni morfologiche tali da influenzare la risposta di sito. Inoltre, dalle indagini di sito è emerso un sostanziale andamento piano parallelo dei terreni costituenti la sequenza stratigrafica dei depositi di copertura e del bedrock sismico.

Il modello sismistratigrafico adottato è derivato dall'interpretazione ragionata di quanto scaturito dalle indagini di sito, nello specifico dai risultati delle prove di Down-hole e di analisi accoppiata MASW-HVSR. In particolare, il profilo sismistratigrafico assunto nel calcolo (figura 1) è caratterizzato da depositi superficiali, al netto dello strato corticale di sbancamento di 4.60 metri non interessato dall'opera, aventi velocità  $V_s$  di 450 m/s fino a 21.60m che a loro volta ricoprono unità per le quali è stato assunto che la rigidità aumenti progressivamente con la profondità al fine di tener conto dell'effetto di confinamento litostatico. Tale unità assume, quindi, velocità  $V_s$  che variano da 540m/s a 780m/s fino alla

profondità di 111.60m alla quale è posizionato il bedrock sismico con Vs di 1000 m/s.



*Figura 1: Profilo di velocità delle onde di taglio assunto nelle modellazione.*

Il terremoto di progetto (input sismico) è stato ricavato in osservanza dell’NTC 2018 che prevede la scelta di almeno 7 input sismici reali opportunamente scalati e che abbiano spettro-compatibilità con lo spettro relativo al sottosuolo sismico di tipo A, quindi al bedrock affiorante. Questa analisi è stata eseguita tramite il codice Rexel (Iervolino et al., 2010) per differenti condizioni di stato limite relativamente alla classe d’uso IV del fabbricato ( $C_u=2$ ) attribuita alle opere pubbliche strategiche e una probabilità di eccedenza dello spettro dell’evento sismico atteso pari al 10% per una vita nominale dell’opera  $V_n=50$  anni, così come stabilito dalla stazione appaltante .

In relazione alle diverse condioni di stato limite adottato nei calcoli, anche in relazione alle risposte spettrali attese dalle stutture, sono stati selezioni differenti set di accelerogrammi di spettrocompatibilità. Nella seguente tabella si riportano le diverse combinazioni adottate per il calcolo della risposta simica locale.

Strutture dotate di isolatori sismici alla base.			
Stati limite assunti	SLD	SLV	SLC
Intervallo di spettro compatibilità	1.50s – 4.0s		

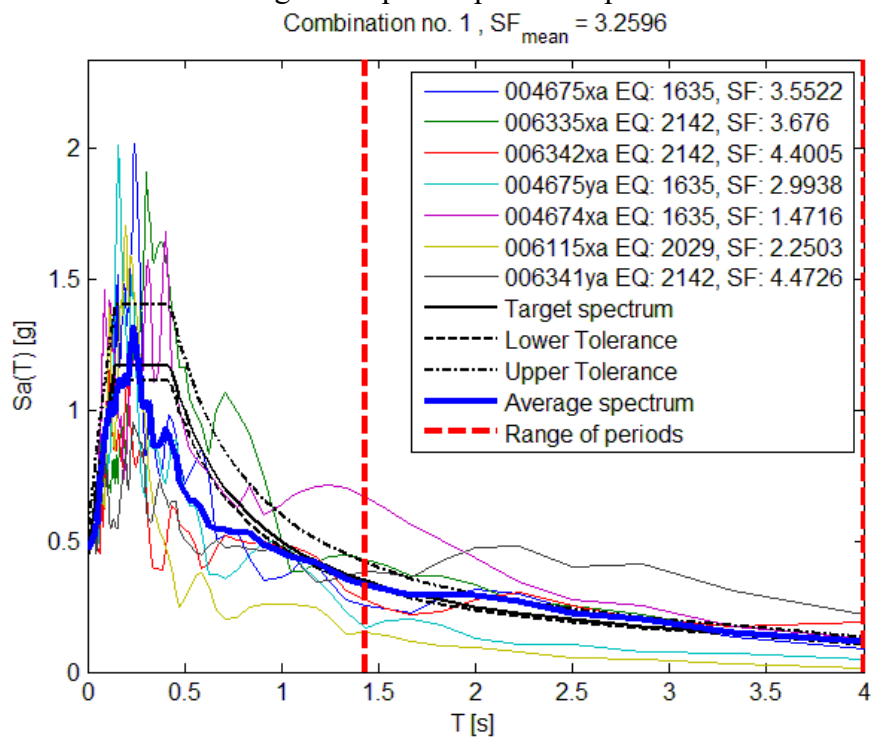
L’analisi della risposta sismica eseguita mediante il software STRATA (Kottke and Rathje, 2013) prevede la risoluzione dell’equazione del moto sismico dell’onda di taglio nel dominio delle frequenze (Seed e Idriss, 1971) in condizioni di campo libero. In particolare il

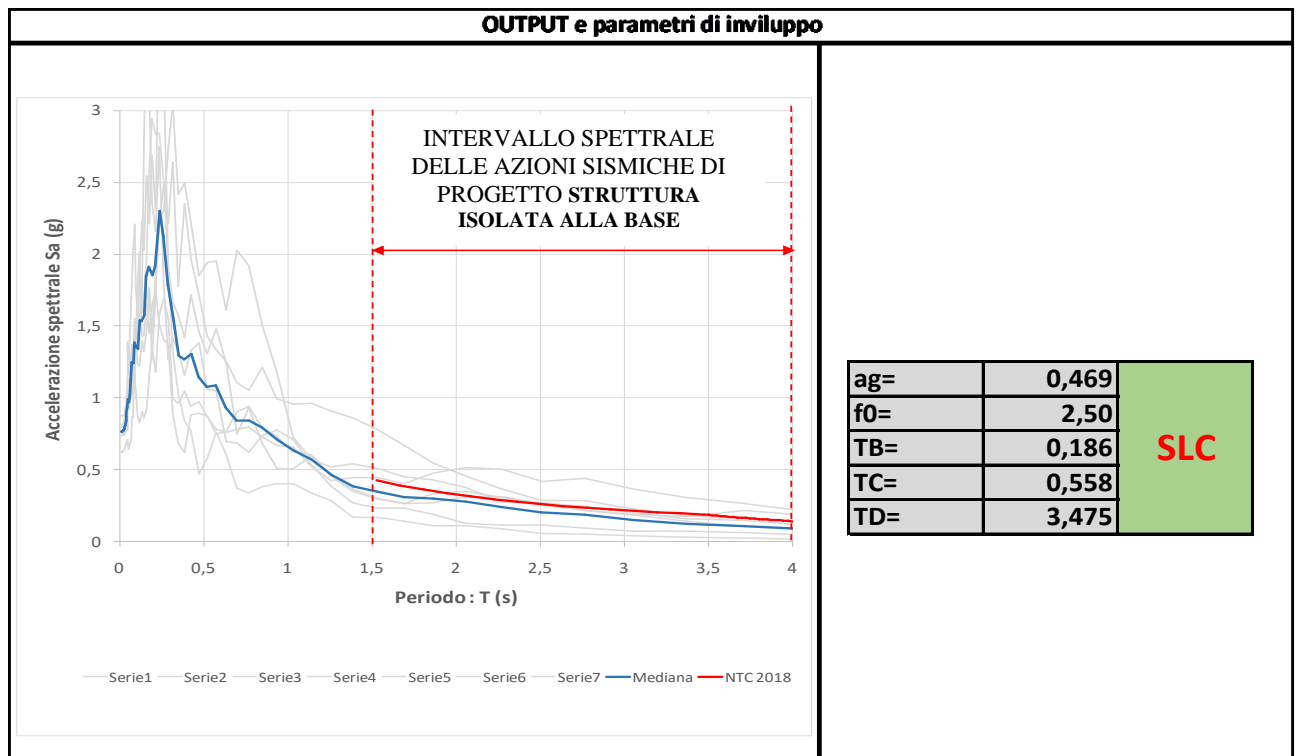
modello contempla l'analisi del degrado dinamico non lineare dei materiali in termini di Modulo di taglio ( $G/G_0$ ) e di smorzamento (damping,  $D$ ) secondo un sistema di tipo lineare equivalente al quale è associata una aliquota della deformazione massima di taglio raggiunta che nel seguente calcolo è stata assunta pari a 0.65, in accordo con Seed e Idriss (1971) e per magnitudo (MR) attese superiori a 6.5. Il calcolo è stato eseguito in regime di tensioni totali.

### Risposta sismica locale per le strutture fondate su isolatori sismici

- Analisi allo SLC

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 1.5 – 4.0s

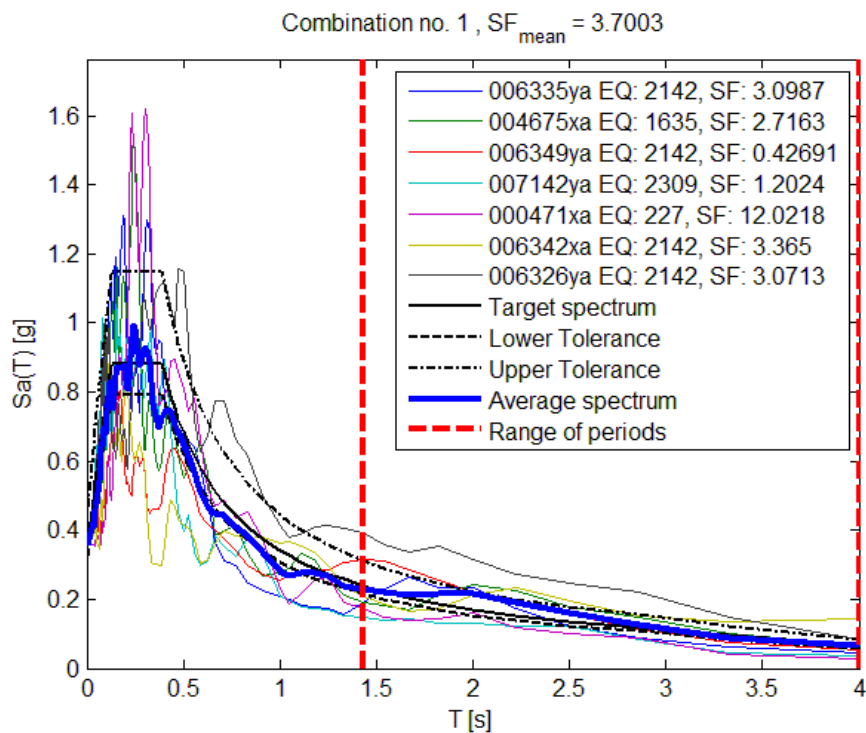


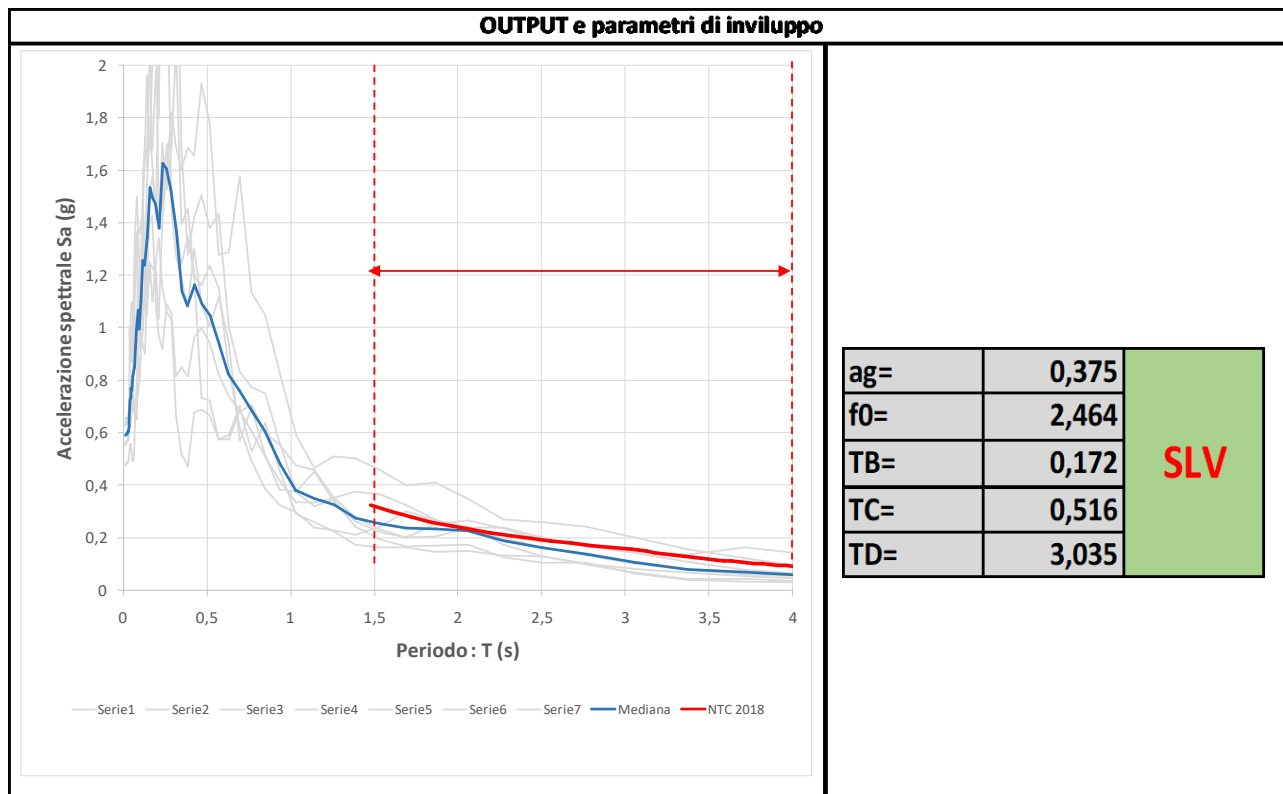


**Nota:** Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta involupato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d'uso considerate

- Analisi allo SLV

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 1.5 – 4.0s

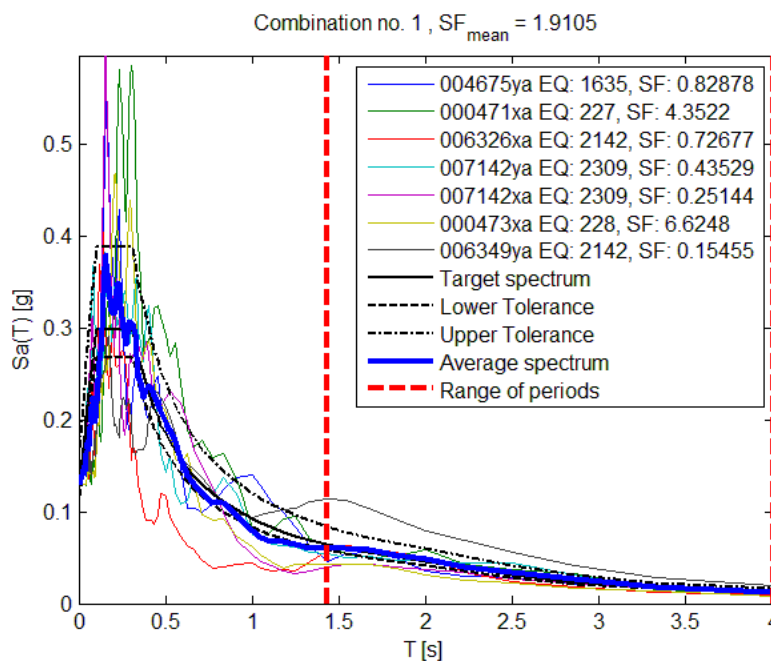


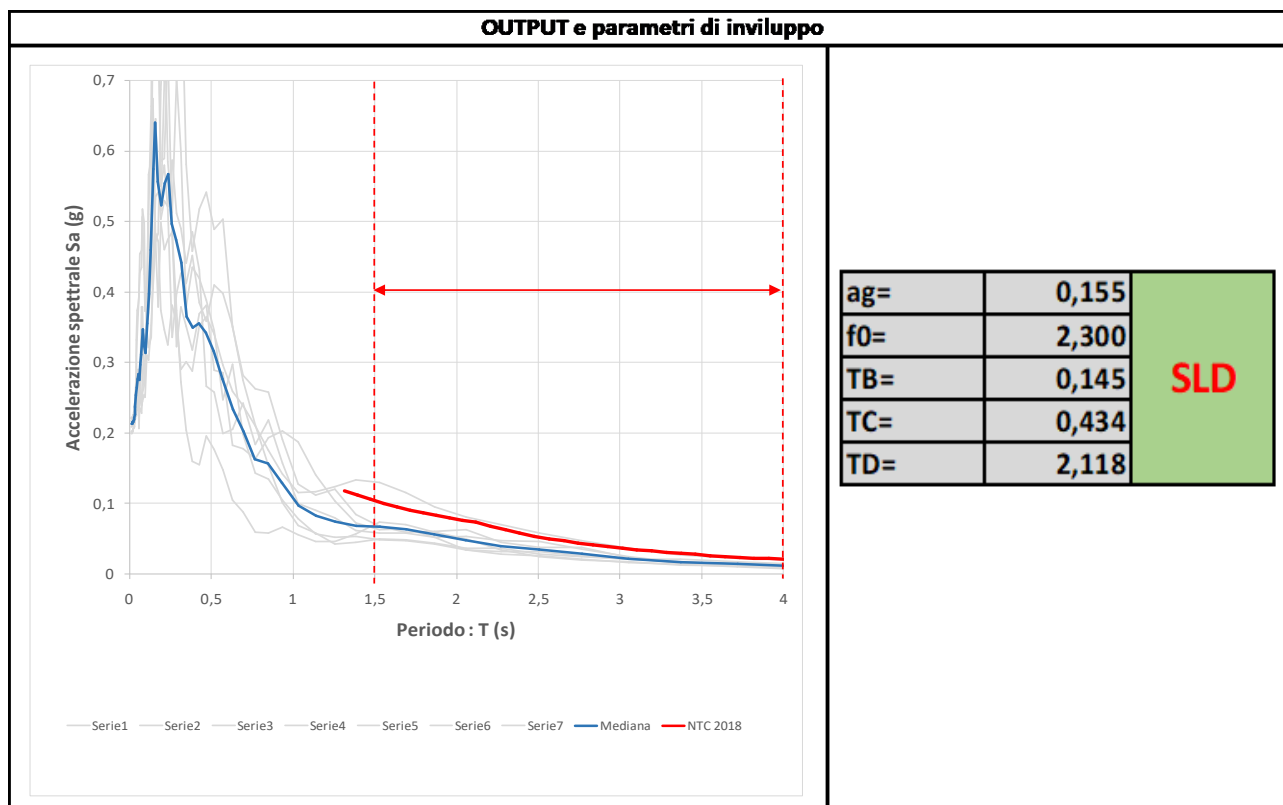


**Nota:** Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta involuppato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d’uso considerate

- Analisi allo SLD

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell’intervallo 1.5 – 4.0s





**Nota: Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta involuppato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d’uso considerate**

Le verifiche allo Stato Limite di Operatività sono state condotte considerando lo domanda sismica valutata per lo Stato Limite di Danno, così come descritto al paragrafo 18 dell’elaborato “PS.RT01 Relazione Tecnica Generale ed Illustrativa”. Pertanto, in accordo con il geologo, non si è ritenuto necessario valutare lo spettro SLO.

**PRINCIPALI PARAMETRI SPETTRO VERTICALE**

Per l’edificio isolato sismicamente alla base, i calcoli e le verifiche sono stati condotti considerando la componente verticale prevista da norma per il sito, i cui parametri sono di seguito riportati:

CATEGORIA suolo	B
Categoria topografica	T1
Parametri del sito	
Comune	Reggio di Calabria - (RC)
Longitudine	15.654
Latitudine	38.12
Id reticolo del sito	44989-45211-45212-44990
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=101.0) SLD	0.129
F0(TR=101.0) SLD	2.300
T*C(TR=101.0) SLD	0.310
Ag/g(TR=949.1) SLV	0.358
F0(TR=949.1) SLV	2.464
T*C(TR=949.1) SLV	0.389
Ag/g(TR=1949.57) SLC	0.468
F0(TR=1949.57) SLC	2.50
T*C(TR=1949.57) SLC	0.427

stato limite SLC	
	TB=0.19
	TC=0.56
	TD=3.47
stato limite SLV	
	TB=0.17
	TC=0.52
	TD=3.03
stato limite SLD	
	TB=0.14
	TC=0.43
	TD=2.12