



# COMUNE DI SOVERATO

## PROVINCIA DI CATANZARO

Realizzazione complesso turistico ricettivo  
denominato "Giardini del Caramante".

Committente: CAMINITI Filippo  
C.F.: CMNFPP78S20C352P

Località: C/da Cafone

Elaborato: Data:  
Aprile 2024

Dati catastali: Foglio 10 - p.lle 27-28-31-32-951-751-752-753-754-953-298

## CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI BASE



**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA**

Dott. Geol. Massimiliano LETTIERI

Via Ada NEGRI, 2 88060 Davoli (CZ)

tel/fax: 0967 227355 - cell: 328 89 23 632

mail: [max.lettieri@libero.it](mailto:max.lettieri@libero.it)

Pec: [m.lettieri@pec.epap.it](mailto:m.lettieri@pec.epap.it)

Tecnico incaricato:

Dott. Geol. Massimiliano LETTIERI

Timbro:



**~ INDICE ~**

***Sezione 1. Relazione descrittiva***

Premessa .....	pag. 2
Normativa di riferimento .....	pag. 5
Obiettivi principali dello studio .....	pag. 8
Inquadramento sismico della Calabria.....	pag. 9
Zonazione sismogenetica .....	pag. 10
Stima della magnitudo attesa .....	pag. 13
Sorgenti sismogenetiche .....	pag. 14
ITHACA – catalogo delle faglie capaci.....	pag. 16
Sismicità storica dell'area di studio .....	pag. 18
Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	pag. 24
Azione sismica .....	pag. 27
Caratterizzazione sismica di base .....	pag. 28
Disaggregazione della pericolosità sismica .....	pag. 31
Parametri sismici .....	pag. 34

***Sezione 2. Allegati***

- ❑ Sovrapposizione Catastale-Ortofoto
- ❑ Ortofoto
- ❑ Spettri relativi all'analisi sismica locale

~ **PREMESSA** ~

Lo studio di pericolosità sismica di base cui si riferisce la presente relazione redatta su incarico del signore **CAMINITI Filippo<sup>1</sup>**, rientra nell'ambito del progetto per la **realizzazione complesso turistico denominato "I GIARDINI DEL CARAMANTE"**, sito nel Comune di Soverato (CZ) in C/da Cafone.



Sito A comprende particella 32 denominato "Aranceto"



Sito B comprende particella 28 denominato "Vigna"

L'intervento prevede la realizzazione di strutture in bioedilizia o comunque cercando di massimizzare il concetto di ecosostenibilità. Gli interventi verranno sviluppati in fasi su aree suddivise in lotti funzionali.

<sup>1</sup> C.F. CMNFPP78S20C352P

I Lotti che riguardano il presente studio geologico riguardano quelli che prevedono la realizzazione di tali strutture e sono:

- ✓ il **Lotto “La Vigna” (sito B)** ricadente sulla p.lla n. 28 dove verranno posizionate, su una piastra, una struttura Bar-Corsi (circa 180 mq.), le piscine (adulti da 50 mq e bimbi da 6 mq) ed una struttura prefabbricata come area benessere (circa 75 mq), ricadente quest'ultima in parte nella p.lla 28 e p.lla 953;
- ✓ il **Lotto “Aranceto” (sito A)** ricadente sulla p.lla n. 32 dove verrà posizionata, su piastra, una struttura polifunzionale per ritrovo e corsi (circa 100 mq.).

Gli interventi previsti in progetto non comporteranno carichi aggiuntivi di una certa rilevanza, pertanto, lasceranno immutate le condizioni geologiche e la stabilità dei luoghi.

Per maggiori chiarimenti riguardo l'intervento da realizzare si rimanda alla relazione tecnica ed ai grafici progettuali eseguiti dal Progettista e D.L..

Le finalità che si vogliono raggiungere con il presente studio possono sintetizzarsi nella:

- valutazione dell'azione sismica del sito in riferimento a quanto previsto in progetto.

Si è, pertanto, proceduto con il rilevamento di campagna per un'area sufficientemente ampia, l'esame aerofotogrammetrico ed uno studio accurato di tutta la bibliografia di carattere storico e di carattere geologico sul territorio in oggetto, nonché la consultazione della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 redatta dall'I.G.M. e le relative note illustrative.

Le indagini dell'area inizialmente sono consistite in:

- rilevamento geologico di campagna e ricerca bibliografica;
- ricostruzione stratigrafica dei luoghi in base anche ad affioramenti esistenti nei pressi del sito;
- determinazione degli spessori dei terreni affioranti al di sotto del piano di posa delle fondazioni e delle loro caratteristiche geotecniche;
- valutazione di eventuali processi morfologici ed azioni di dissesto potenziali o in atto.

Successivamente, è stata predisposta la seguente campagna di indagine geognostica consistita in:

- **n° 2 prove penetrometriche superpesanti** che hanno consentito di acquisire con accuratezza sia i parametri geotecnici del terreno di sedime che le caratteristiche litostratigrafiche oltre a valutare l'eventuale presenza della falda freatica.

- **n°1 Prospezione sismica con metodologia MASW** (Multichannel Analysis Of Surface Waves), ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito, ovvero per la caratterizzazione sismica dei sismo-strati di riferimento presenti lungo una verticale di circa 30 m dall'attuale p.c. e conseguente determinazione delle  $V_{S,eq}$  (NTC 2018) e della categoria del sottosuolo di fondazione.

### **Normativa di riferimento**

La stesura del presente elaborato è stata eseguita ottemperando alle vigenti disposizioni di legge, di seguito elencate:

- ✓ **(<sup>1</sup>) Legge 2 febbraio 1974, n. 64:** *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;*
- ✓ **D.M. 11/3/88** *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.*
- ✓ **Circolare Ministero LL.PP. 24.09.1988, n. 30483:** *“Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11.03.88”;*
- ✓ **Decreto Ministero LL.PP. 16 .01.1996:** *“Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica” (Ex D.M. 24.01.1986);*
- ✓ **Legge Regionale 27.04.1998, n. 7:** *“Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10.12.81, n. 741” (Ex L.R. n. 17 del 11.07.94, dell'art. 17 Legge 18.05.1989 n. 183, dell'art. 1 Legge 3.08.1998 n. 267);*
- ✓ **D.P.R. 380/2001** *“Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;*
- ✓ **L.R. n. 19 del 16/04/2002** *“Norme per la tutela, governo ed uso del territorio – Legge Urbanistica della Calabria”;*
- ✓ **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i.:** *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;*

- ✓ **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** con riferimento alle norme di attuazione e delle misure di salvaguardia approvate dal C.R. Calabria con delibera n. 115 del 28/12/2001 (aggiornate dal C.T. il 15/07/2002) e alle linee guida licenziate dal comitato tecnico - seduta del 15.07.2002 e approvate dal comitato istituzionale - seduta del 31.07.2002.
- ✓ **Nuove Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia PAI** (Delibera del Comitato Istituzionale ABR n. 27 del 2/08/2011 – pubblicata dal BURC n.22 del 1/12/2011).
- ✓ **Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006:** “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;
- ✓ **L.R. n. 37 del 28 dicembre 2015** “Procedure per la denuncia, il deposito e l’autorizzazione di inter- venti di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica”;
- ✓ **DGR 357/2017** Approvazione regolamento regionale quale modifica del regolamento regionale N° 15 del 29 novembre 2016 recante " Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di inter- venti di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. 37 del 28 Dicembre 2015”;
- ✓ **D.M. 17/01/2018**, al Testo Unico “Norme Tecniche per le Costruzioni”, approvato con il Decreto Ministeriale del 17/01/2018 il quale riprende, amplia e ridefinisce il Decreto Ministeriale 14/01/2008, oltre che alle circolari contenenti le istruzioni per l’applicazione delle NTC;
- ✓ **D.S. 540 13.10.2020**, Adozione Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di Assetto Idrogeologico da approvarsi ai sensi dell’art. 68 comma 4-ter del D.Lgs n. 152 del 3 Aprile 2006, integrato dall’ art 54 della legge 120 dell’11 settembre 2020 “Misure urgenti per la semplificazione e l’innovazione digitale” (PRGA).
- ✓ **Raccomandazioni per la redazione della “Relazione Geologica”** ai sensi delle norme tecniche sulle costruzioni secondo quanto approvato con delibera n.1 del 14/04/2015 dal Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi e con delibera n. 111/2015 del 28/04/2015 del C.N.G..
- ✓ **Associazione Geotecnica Italiana** “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito” (1977).

E’ bene ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che lo studio in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica; è necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con misure e indagini nel corso dei lavori.

### **Riferimenti cartografici:**

**Foglio 242** della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 edito dalla CASMEZ quadrante **III S.O.** denominato **“Soverato”**.

### **Dati catastali:**

L'immobile in oggetto è identificato, nel Nuovo Catasto Edilizio, al foglio di mappa n° **10** P.lle n° **27-28-31-32-951-751-752-753-754-953-298** del Comune di **Soverato.**

### **Riferimenti urbanistici:**

**ZTO F<sub>3</sub> - Zona Agricola**

### **Coordinate ED50:**

Longitudine: 16,545143

Latitudine: 38,689353



## *~ OBIETTIVI PRINCIPALI DELLO STUDIO ~*

Lo studio, oltre ad un breve richiamo alle normative vigenti, ha riguardato l'inquadramento sismotettonico del territorio calabrese, la ricostruzione della sismicità pregressa dell'area in cui ricade la struttura oggetto di studio.

In questa prima fase ci si è avvalsi della consultazione telematica di diversi cataloghi e database sismici, tra i quali:

- ❖ DISS (Database of Individual Seismogenic Sources); al fine di individuare le principali sorgenti sismogenetiche regionali capaci di produrre un moto sismico significativo nel sito di interesse, caratterizzandole in termini di massima magnitudo potenziale e distanza sorgente-sito;
- ❖ DBMI15 (Database Macrosismico Italiano) – CPTI15 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) – CFTI4Med (Catalogo dei Forti Terremoti Italiani); al fine di ricostruire la sismicità storica e una valutazione dei principali parametri sismici (data del sisma, area epicentrale, intensità al sito ed epicentrale, magnitudo momento).

## **~ INQUADRAMENTO SISMICO DELLA CALABRIA ~**

La Calabria è considerata una tra le regioni a più elevata attività sismica d'Italia che ha raggiunto in epoca storica livelli energetici anche molto elevati, a testimonianza di un campo di sforzi sempre attivo.

Anche se negli ultimi anni non si sono registrati eventi particolarmente energetici, l'elevata attività sismica della regione testimonia la rapidità dei processi di evoluzione geologica in atto nella regione legati all'evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro all'interno del Mediterraneo.

Poiché i processi geologici durano milioni di anni, è evidente che terremoti distruttivi che hanno gravemente interessato gran parte dei comuni della regione continueranno a scuotere la Calabria ancora per un lungo periodo. Così è altrettanto evidente che più ci si allontana dall'ultimo forte evento sismico, più aumentano le probabilità del suo ripetersi.

Dall'analisi dei diversi cataloghi e database sismici dell'INGV si ricava che la quasi totalità dei sismi in Calabria sono di tipo superficiale e localizzati in un intervallo sismogenetico compreso tra gli 8 e i 18 Km, uniformemente attivo su tutto il territorio regionale. I tempi di ritorno per i sismi crostali con Intensità MCS  $\geq$  9 risultano essere di circa 90 anni per il territorio calabrese a Nord

della Stretta di Catanzaro, di circa 80 anni per il territorio calabrese compreso tra la Stretta di Catanzaro e la Piana di Gioia Tauro e di circa 110 anni per la Calabria meridionale.

I sismi con Intensità MCS  $\leq 9$  presentano tempi di ritorno molto differenti variando per la Calabria settentrionale tra 10-15 anni, per la Calabria centrale tra 4-25 anni e per la Calabria meridionale tra 8-37 anni.

### **Zonazione sismogenetica**

Negli ultimi anni e fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone et al., 1996). Gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi (Galadini et al., 2000, DISS Catalogo sorgenti sismogenetiche Valensise e Pantosti 2001) hanno però evidenziato alcune incoerenze con il catalogo CTPI. Per tale motivo, al fine di ottenere un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, è stata sviluppata una nuova zonazione denominata ZS9.

La ZS9 propone la suddivisione del territorio nazionale in fasce che presentano al loro interno requisiti di omogeneità in relazione alle caratteristiche geo-strutturali, cinematiche e sismiche. In particolare ZS9 è costruita facendo riferimento al

modello sismotettonico di Meletti et al., 2000, rivisto ed integrato negli anni successivi alla sua formulazione.

L'elemento di novità della ZS9 è rappresentato dall'impiego di un catalogo sismico più aggiornato (CPT15) e dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche (database DISS).

Il territorio Calabrese nella vecchia zonazione sismogenetica (ZS4) era compresa nelle zone 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72. Tali aree, nella zonazione sismogenetica ZS9, sono state raggruppate in due nuove zone (Figura 1); una sul lato tirrenico della regione (zona 929) ed una sul lato ionico (zona 930).

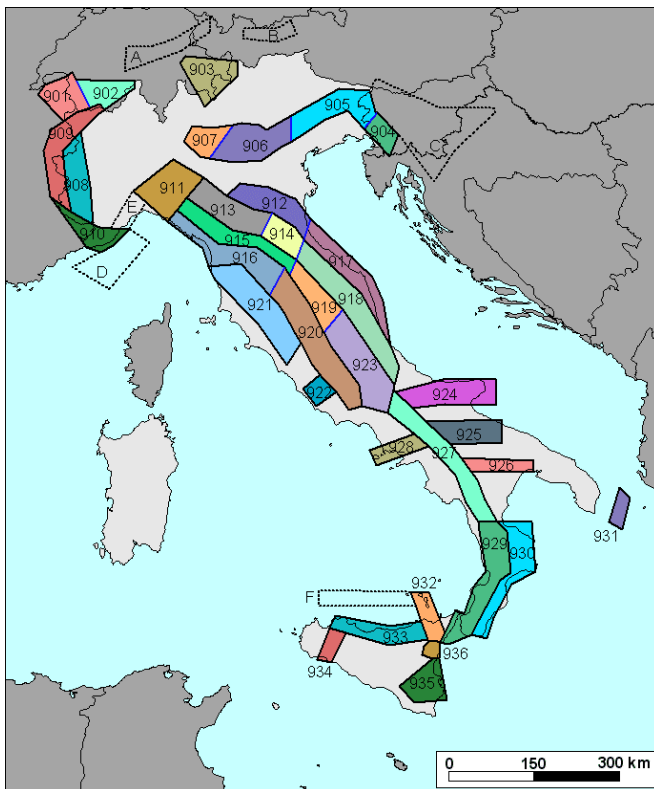


Figura 1: Zonazione sismogenetica ZS9 (fonte [www.ingv.it](http://www.ingv.it))

Un'altra importante novità inserita nella ZS9 è l'introduzione dello strato sismogenetico che è stato definito convenzionalmente come l'intervallo di profondità che ha generato il 90% degli interventi che ricadono all'interno di ogni ZONA.

I limiti superiore e inferiore dello strato sismogenetico sono individuati alle profondità che includono un numero di eventi cumulato pari rispettivamente al 5% e al 95% del totale.

La profondità alla quale avviene la maggior parte degli eventi è stata identificata con la moda principale della distribuzione di frequenza degli eventi. Per tener conto di tutte le incertezze e del fatto che un valore unico di profondità può non essere rappresentativo dell'intero strato sismogenetico, viene proposta la seguente suddivisione delle profondità efficaci nelle seguenti 4 classi di profondità: 1-5 km, 5-8 km, 8-12 km, 12-20 km.

Ad ogni zona è stata dunque associata una classe di profondità in base al valore che assume la profondità efficace corrispondente. La classe di profondità rappresenta dunque la maggior parte degli eventi, considerando anche gli errori associati, e contiene al suo interno il valore di profondità efficace.

Infine, altra importante novità è la determinazione del meccanismo di fagliazione prevalente da associare alle diverse zone sismogenetiche. Con questo termine si intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi. Concordemente alla classificazione utilizzata da

Sadigh et al., (1997) tale meccanismo è stato espresso secondo tre tipologie: Diretto, Inverso e Trascorrente destro o sinistro.

A tali categorie va aggiunta la tipologia "Indeterminato" per i casi in cui l'insieme dei dati non è sufficiente per una determinazione univoca. L'assegnazione della tipologia è stata effettuata in funzione dell'angolo di *rake*.

Per quanto riguarda le zone 929 e 930 si hanno rispettivamente i meccanismi di fagliazione, normale e indeterminato.

### **Stima della magnitudo attesa**

Per il calcolo del valore della magnitudo attesa un metodo a favore di sicurezza, riportato anche negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – Gruppo di lavoro MS 2008", è quello di prendere in considerazione la zonazione sismogenetica (ZS9) consultabile dal sito dell'INGV.

La sismicità del territorio nazionale è distribuita in 36 zone a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima  $M_{Wmax}$ .

Per i siti che ricadono in una zona sismogenetica nota si fa riferimento al valore della magnitudo massima per quel sito.

**Nel caso specifico l'area ricade all'interno della zona sismogenetica Calabria Jonica n° 930 che prevede un valore di  $M_{Wmax}$  pari a 6,30.**

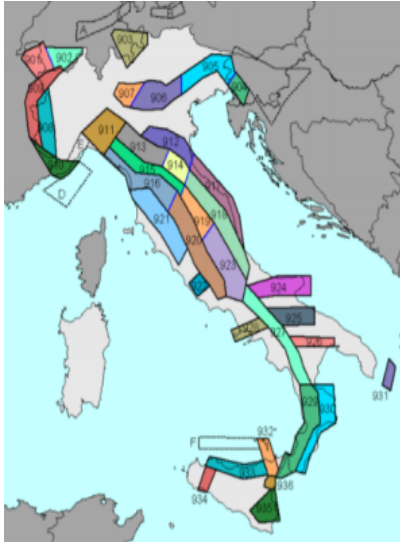


Figura 1 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone individuate da un numero, le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

Tabella 2.8-1 - Valori  $M_{Wmax}$  per le zone sismogenetiche di ZS9

Nome ZS	NUMERO ZS	$M_{WMAX}$
Colli Albani, Etna	922, 936	5,45
Ischia - Vesuvio	928	5,91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934.	6,14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6,37
Friuli-Veneto Orientale, Garda Veronese, Garfagnana-Mugello, <b>Calabria Jonica</b>	905, 906, 915, <b>930</b>	<b>6,60</b>
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6,83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia, Basilicata	923, 927	7,06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7,29

## **Sorgenti sismogenetiche**

Le sorgenti sismogenetiche sono quelle strutture tettoniche ritenute responsabili dei forti terremoti ( $M > 5,5$ ) che avvengono sul territorio italiano. La loro individuazione richiede studi di carattere multidisciplinare ed elaborazioni piuttosto complesse. Pertanto, il numero e la localizzazione delle strutture attualmente note non deve intendersi definitivo ed esaustivo della complessità associata alla sismicità italiana.

Tuttavia, si deve considerare che ormai i dati presenti nel DISS (Database of Individual Seismogenic Sources - Gruppo di Lavoro DISS, 2010) risultano dotati di una certa robustezza ed affidabilità scientifica per molte aree del territorio nazionale. Per quanto riguarda l'area in esame, le sorgenti sismogenetiche più vicine così come individuate nel DISS sono riportate in Tabella 1, mentre l'ubicazione geografica è mostrata in Figura 2.

CODICESORGENTE	DENOMINAZIONE	Mw MASSIMA ATTESA	DISTANZA (km)		
			MINIMA	MASSIMA	MEDIA
ITCS068	Caraffa-Squillace-	6,9	10.4	19	14.9
ITCS053	Serre	6,6	24.6	32.6	28.6

Tab. 1. Sorgenti sismogenetiche più vicine all'area di studio (da DISS version 3).

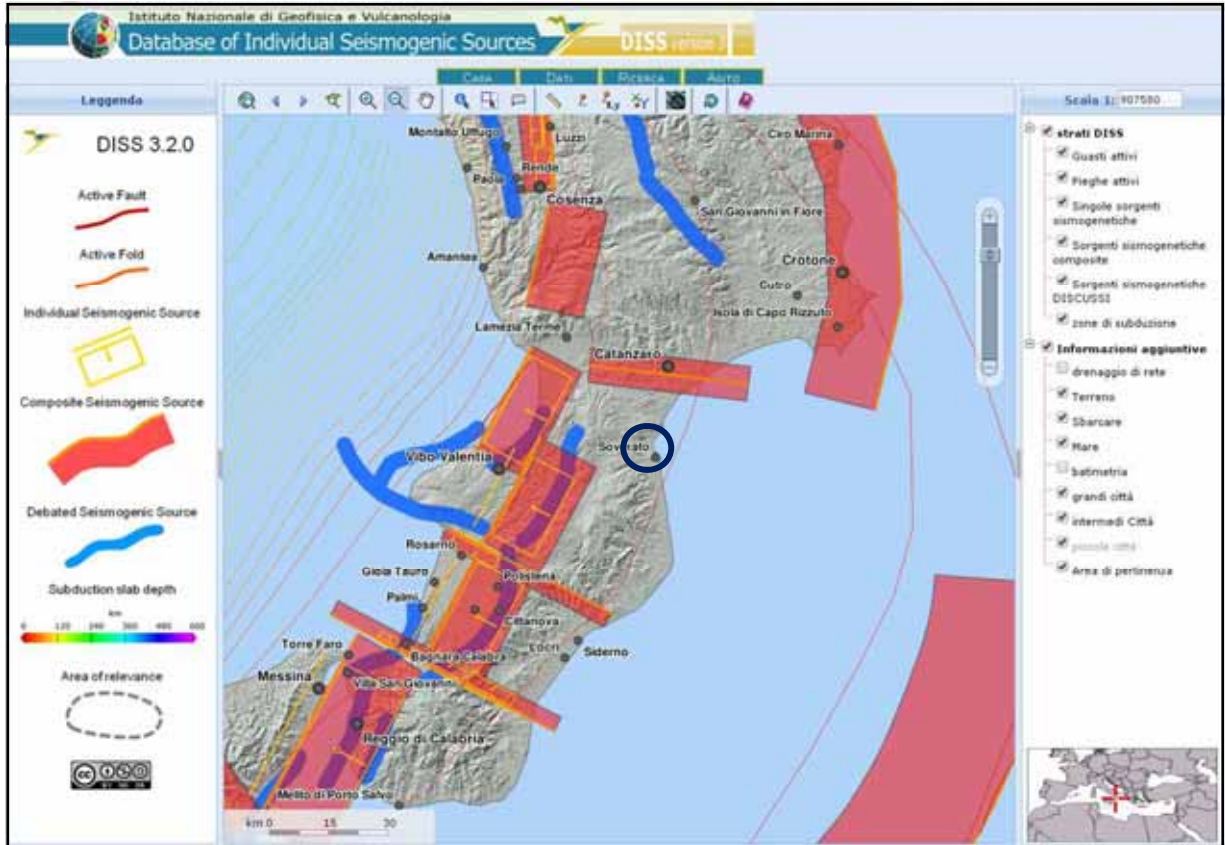


Fig. 2. Ubicazione delle sorgenti sismogenetiche più vicine all'area di studio (da DISS version 3).



La sorgente sismogenetica più vicina è la ITCS068 (Caraffa-Squillace Golfo), distante circa 20 km dal sito in cui sorge l'opera, è caratterizzata da una lunghezza di 39 km, larghezza 8.5 km, 30° di inclinazione e da una magnitudo potenziale di 6.9.

### **ITACHA – catalogo delle faglie capaci**

La stima della pericolosità sismica è legata oltre che ai terremoti e loro epicentro anche alla fagliazione superficiale, queste specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate hanno particolare interesse. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio.

Il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

L'area in studio è stata individuata rispetto al sistema di faglie capaci come da progetto ITHACA.



Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie, di contatti stratigrafici o tettonici e di faglie sismo genetiche, si possono verificare movimenti relativi verticali e orizzontali che possono causare rotture e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture esistenti. Tali effetti sono limitati esclusivamente a quei settori areali interessati dalla rottura. La faglia, qualora fosse prossima all'area oggetto di studio, dovrà essere analizzata in fase di redazione della Microzonazione Sismica a scala Comunale.

## ~ **SISMICITA' STORICA DELL'AREA DI STUDIO** ~

Il territorio del Comune di **Soverato** è stato soggetto, come tutti i comuni della Calabria a diverse crisi sismiche che hanno prodotto danni e vittime.

I dati di sintesi dei terremoti che hanno interessato l'intero territorio del comune sono stati ricavati dalla consultazione del DBMI15, Database Macrosismico Italiano (Locati et al., 2015) con riferimento alla località di **Soverato** (CZ).

I dati così ottenuti sono riportati nella Tab. 2 e diagrammati nella Fig. 3. Per ogni evento sismico, nella tabella sono indicati: numerazione dell'evento; data del sisma (giorno, mese, anno e ora); area epicentrale; intensità al sito  $I_s$  (valori in scala MCS e moltiplicati per 10); intensità epicentrale  $I_0$  (valori in scala MCS e moltiplicati per 10) e magnitudo momento  $M_w$  ricavata sulla base di correlazioni empiriche o misurata.



■ Comune di **Soverato**

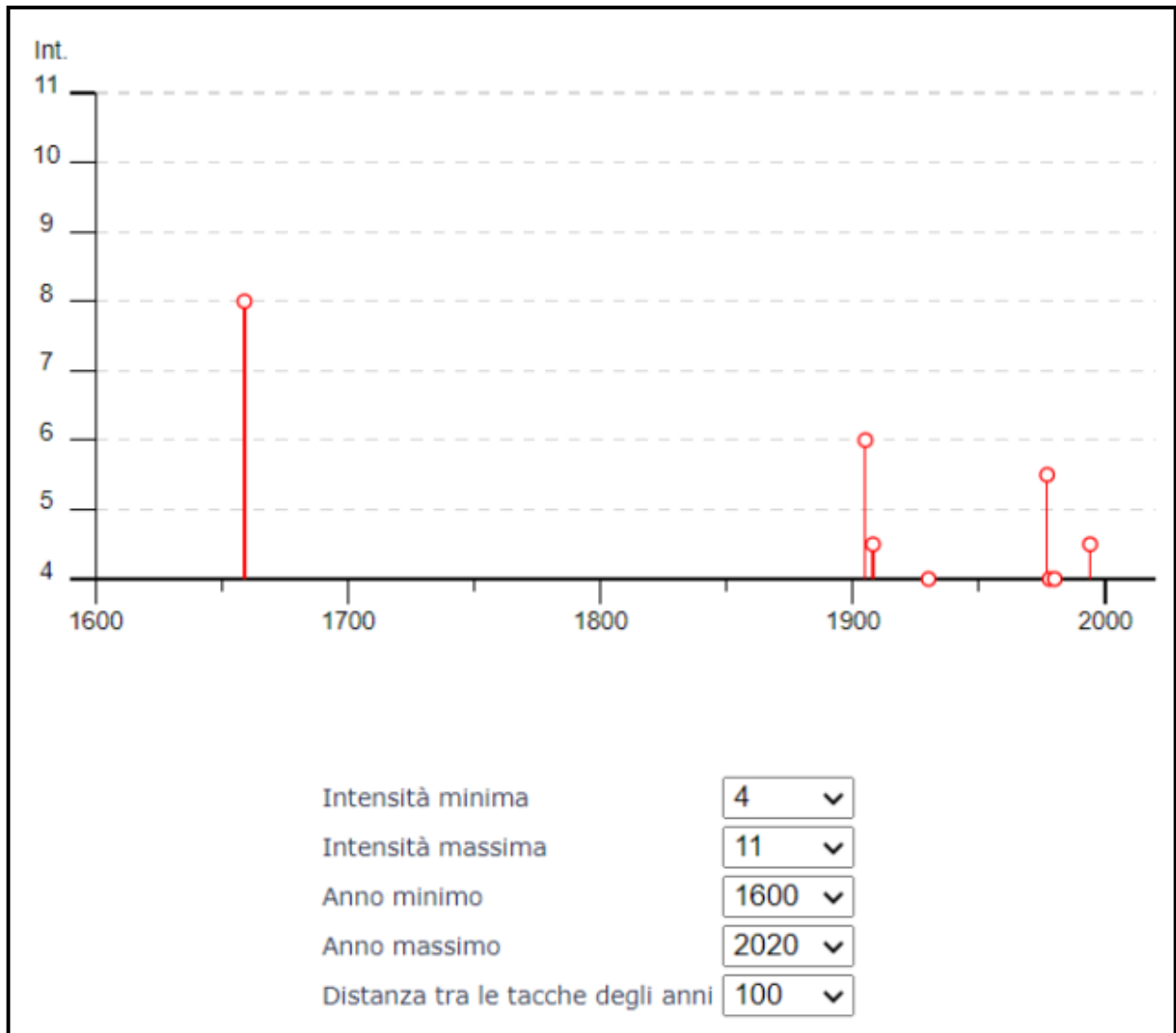
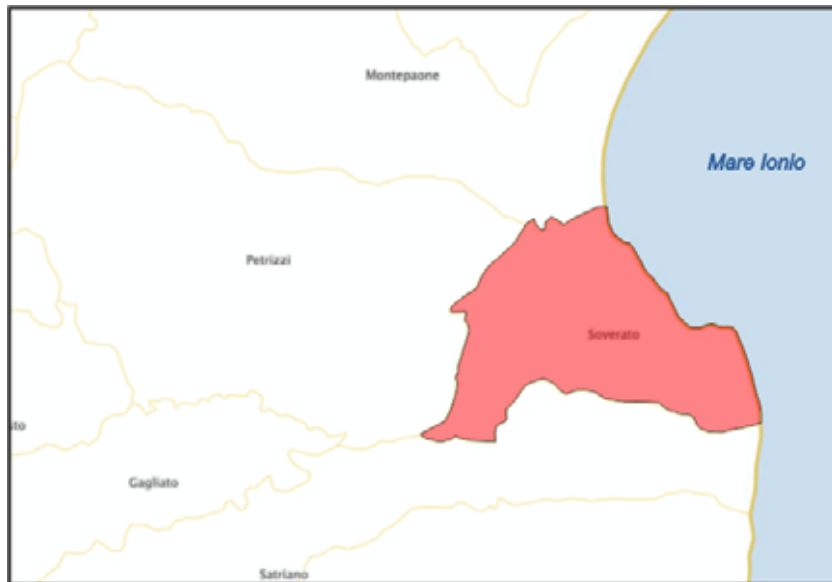


Fig. 3 - Andamento della storia sismica del Comune di Soverato (CZ - 38,687° N - 16,549° E - Osservazioni disponibili 14). Estratto dal (DBMI15, il database delle osservazioni Macroscopiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo Parametrico CPTI15). -- Locati et al., 2015

## Soverato

PlaceID	IT_65091
Coordinate (lat, lon)	38.687, 16.549
Comune (ISTAT 2015)	Soverato
Provincia	Catanzaro
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	14

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1659	11	05	22	15		Calabria centrale	126	10	6.57
3	1901	06	20	17	30		Catanzarese	6	5	4.31
3-4	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5	4.81
6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4-5	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1930	05	06	20	48		Calabria centro-meridionale	27	5	4.35
NF	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
NF	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
5-6	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37		5.21
4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
2-3	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4-5	1994	03	26	00	41	1	Catanzarese	41	4-5	4.25
NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97

Tab. 2 - Storia sismica del Comune di Soverato - Estratto dal (DBMI15, il database delle osservazioni Macroscopiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo Parametrico CPTI15) - Locati et al., 2015

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Soverato Superiore	5	2
Montepaone	7	6
Satriano	11	6
Petrizzi	11	7
Gasperina	16	7
Davoli	17	7
Sant'Anna	1	7
Montauro	8	7
Sant'Andrea Ionio Marina	1	7
Sant'Andrea Apostolo dello Ionio	12	7
Gagliato	12	8
San Sostene	9	8
Staletti	12	9
Argusto	6	10
Isca sullo Ionio	10	10

Dalla ricerca effettuata nel DBMI15, nell'intervallo temporale che va dall'anno 1750 al 2020, si evince che la storia sismica di **Soverato** si compone di 1 evento sismico con intensità macrosismica storicamente osservata al sito uguale al VIII° della scala MCS, e di 2 eventi che hanno prodotto intensità macrosismica al sito del V° - VI° della scala MCS.

Questo dato è peraltro confermato dall'analisi degli eventi sismici censiti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.

Tra i terremoti storici più forti che hanno interessato l'intero territorio comunale di **Soverato** più prossimi al sito oggetto di studio, si segnalano quelli riportati nella Figura 4. Tale figura è tratta dal Catalogo dei Forti Terremoti Italiani dell'INGV (CFTI4Med; Guidoboni et al., 2007) che copre un intervallo temporale dal 461 a.C. fino al 1997, e raccoglie tutti i risentimenti per i centri abitati italiani dovuti a terremoti di magnitudo superiore a 5,5.

Con ogni probabilità questi eventi hanno prodotto un risentimento nel centro abitato, se non addirittura un modesto danneggiamento dell'edificato.

Dall'analisi della sismicità storica di **Soverato** se ne deduce come le informazioni sono scarse.

Ciò potrebbe essere dovuto da un lato alle piccole dimensioni dell'abitato e quindi alla sua scarsa importanza politica ed economica, per cui le fonti bibliografiche storiche trascurano gli eventuali effetti dei terremoti, come spesso avviene per centri abitati minori; dall'altro lato potrebbe evidenziare la scarsa sismicità locale e l'assenza di terremoti che possano produrre danneggiamenti consistenti dell'abitato.

Con ogni probabilità, queste due motivazioni coesistono.

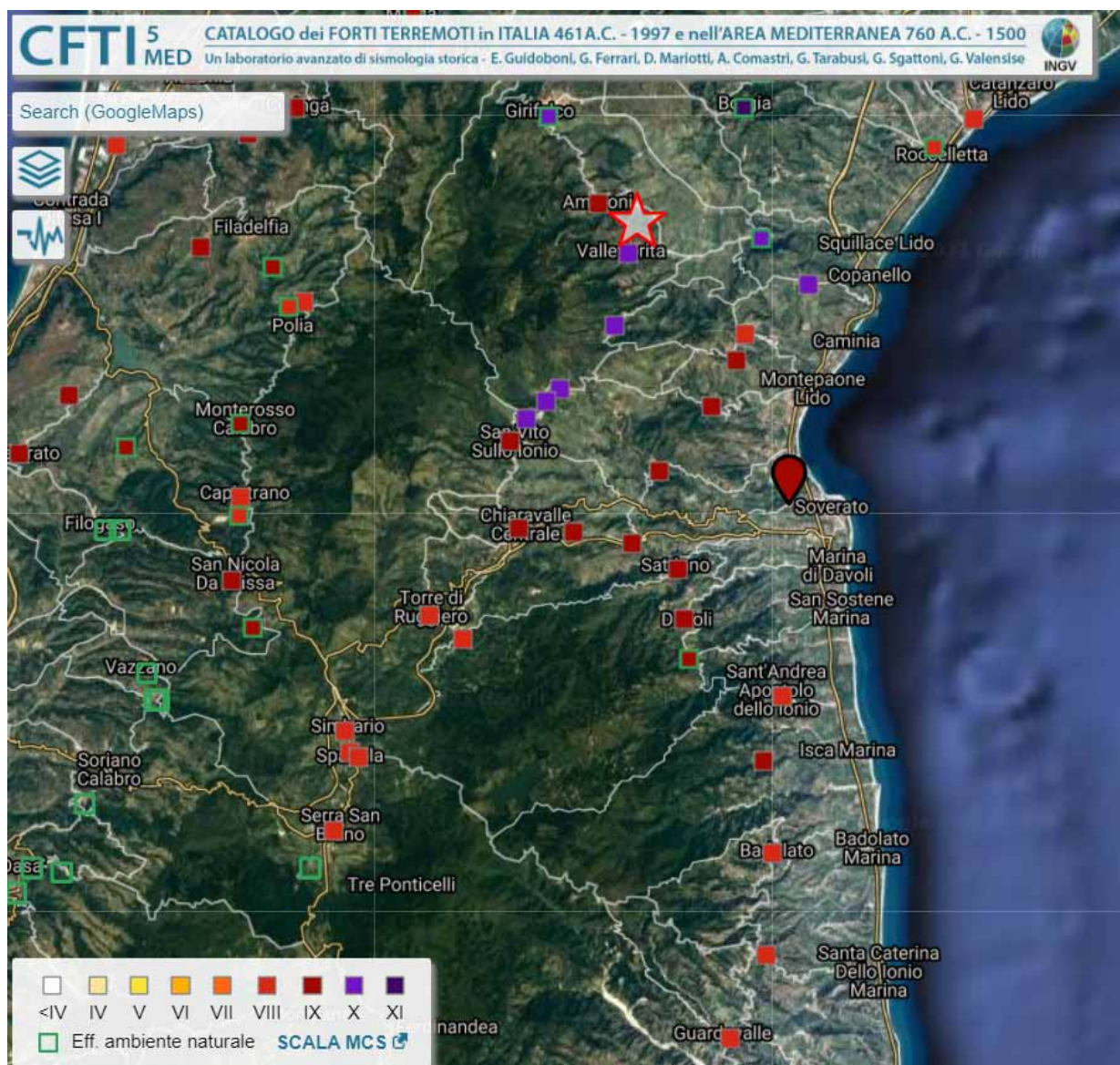


Fig. 4: Catalogo dei forti Terremoti Italiani dell'INGV (fonte <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>)

Dal punto di vista strutturale, l'area si presenta complessivamente stabile.

Il rilievo geologico, infatti, non ha evidenziato faglie o movimenti tettonici attivi o quiescenti nel sito in interesse.

Per una dettagliata valutazione della pericolosità sismica nella zona in esame, in ottemperanza all'Ordinanza n°3274 del 20.03.2003, modificata dalla successiva O.P.C.M. n° 3431 del 03.05.2005, la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggetti ad azioni sismiche deve soddisfare requisiti tali da assicurare, in caso di terremoto, la salvaguardia della vita umana e garantire la funzionalità delle strutture essenziali di protezione civile.

Ai fini dell'applicazione della O.P.C.M. n°3519 del 28.04.2006 il territorio nazionale è suddiviso in quattro zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di accelerazione orizzontale massima del suolo ( $a_g$ ) su suolo di categoria A.

Il Comune di **Soverato** in base alla classificazione sismica nazionale ricade in zona ad elevato rischio sismico in riferimento alla normativa vigente, (a cui compete una accelerazione superficiale  $a_g/g > 0,25$  ed una accelerazione superficiale di



ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g/g=0,35$ ), è quindi indispensabile che, in fase di edificabilità, venga rispettata la normativa antisismica vigente.

Il territorio del Comune di Soverato, quindi, è caratterizzato dai seguenti parametri:

<i>Codice ISTAT</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Zona sismica attuale (O.P.C.M. n. 3274 del 2003)</i>	<i>Classificazione sismica 2004 (Recepimento delle Regioni dell'O.P.C.M. n. 3274 del 2003)</i>
<b>18079137</b>	<b>Soverato</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Per confronto con la successiva tabella di riferimento si possono ricavare i valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare per la corrispondente zona sismica:

<i>Zona</i>	<i>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (<math>a_g</math>)</i>	<i>Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (<math>a_g</math>)</i>
<b>1</b>	<b><math>a_g &gt; 0,25</math></b>	<b>0,35</b>
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

### **Periodo di riferimento per l'azione sismica**

Le considerazioni che seguono sono basate su parametri caratteristici del tipo di costruzione in progetto; le assunzioni dei parametri sono finalizzate esclusivamente alla verifica dell'idoneità del terreno in rapporto alla tipologia di fondazione consigliata.

In base alla classificazione contenuta nel D.M. 17.01.2018, l'opera può essere ascritta al **Tipo di costruzione 2** – Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, che prevede una Vita Nominale minima **VN = 50 anni**; ovvero, la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve conservare la propria funzionalità per tale periodo minimo.

Il periodo di riferimento  $V_R$  di una costruzione si valuta moltiplicando la vita nominale  $V_N$  (numero di anni nel quale la struttura deve potere essere usata per lo scopo al quale è progettata) per il coefficiente d'uso  $C_U$  della costruzione, che definisce l'importanza della costruzione stessa:

$$V_R = V_N \times C_U \Rightarrow V_r = 50 * 1,0 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

Esso riveste notevole importanza in quanto è utilizzato per valutare il periodo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica, una volta fissata la probabilità di superamento corrispondente allo stato limite considerato.

Vita Nominale  Vn in anni	VALORI DI Vr			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≥ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

*Intervalli di valori attribuiti a Vr al variare di Vn e Cu. In verde è evidenziata il valore di riferimento del sito studiato (da N.T.C. 2018).*

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

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

*Parametri per il calcolo della Vita Nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere. In giallo è evidenziata la categoria di appartenenza dell'edificio in progetto (da N.T.C. 2018)*

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito riportata.

CLASSI D'USO	
<b>Classe I</b>	Costruzioni con presenza di solo occasionale di persone, edifici agricoli
<b>Classe II</b>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti
<b>Classe III</b>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti.
<b>Classe IV</b>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 Novembre 2001 n. 6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica

*Suddivisione delle classi d'uso per diversi tipi di opere (da N.T.C. 2018).*

Classi d'uso	I	II	III	IV
<b>Coeff. <math>C_u</math></b>	0,70	1,00	1,50	2,00

*Coefficienti  $C_u$  per diversi tipi di Classi d'uso (da N.T.C. 2018).*

## **Azione sismica**

Alla scala della singola opera la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce (a causa delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e/o degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono) rispetto a quello di un sito di riferimento rigido (superficie topografica  $T_1$ , sottosuolo di categoria A).

Il moto sismico alla superficie di un sito è definito mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad esso.

il sito in esame è contraddistinto dalle specifiche coordinate geografiche (espresse in ED50) e dalla categoria di sottosuolo.

Dalla caratterizzazione sismica di base vengono ricavate le componenti dell'azione sismica di progetto ricavati dal software "**Geostru PS Advanced**" e riportati di seguito.

## ~ CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI BASE ~

L'attuale normativa in materia (**D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni**) disciplina la progettazione secondo le azioni sismiche locali, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento per le strutture soggette alle stesse sollecitazioni.

Essa definisce l'azione sismica di progetto in base alle quali valutare i diversi stati limiti.

Le suddette azioni sismiche si definiscono a partire della pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

L'azione sismica è definita in termini di accelerazione massima  $a_g$  in condizioni di campo libero (cioè piano campagna in assenza di manufatti) su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale di Categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_c(T)$ .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di superamento  $P_vR$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

➤  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

- $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;
- $Tc^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Di seguito verranno forniti in appositi tabelle i parametri sismici locali riferiti agli stati limiti "SLD" "SLV".

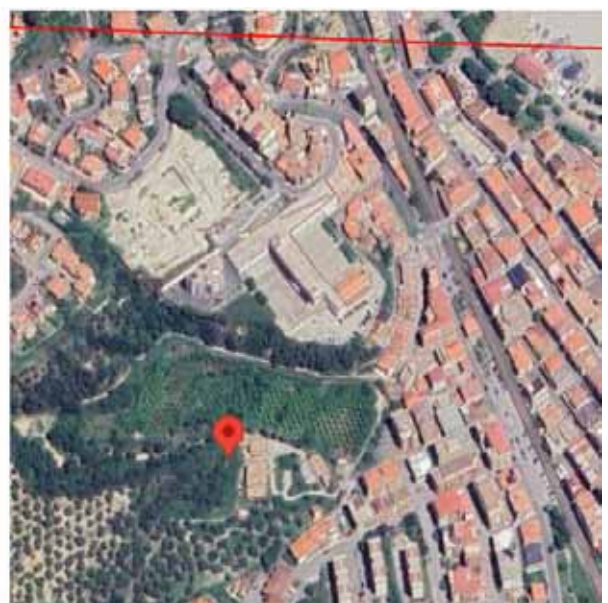
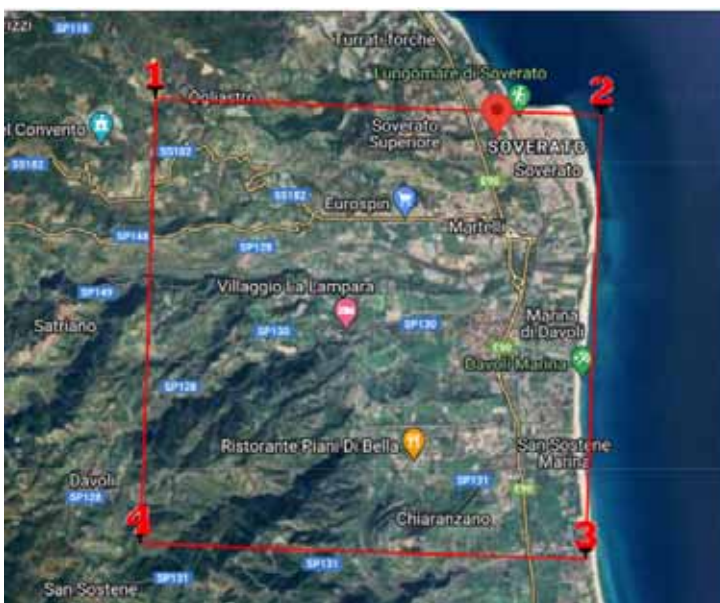
Classificazione sismica del suolo di fondazione in base alle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo e topografiche del sito (D.M. 17/01/2018).

$$V_{seq} = 489 \text{ m/s}$$

### Classificazione di suolo di fondazione = Cat. "B"

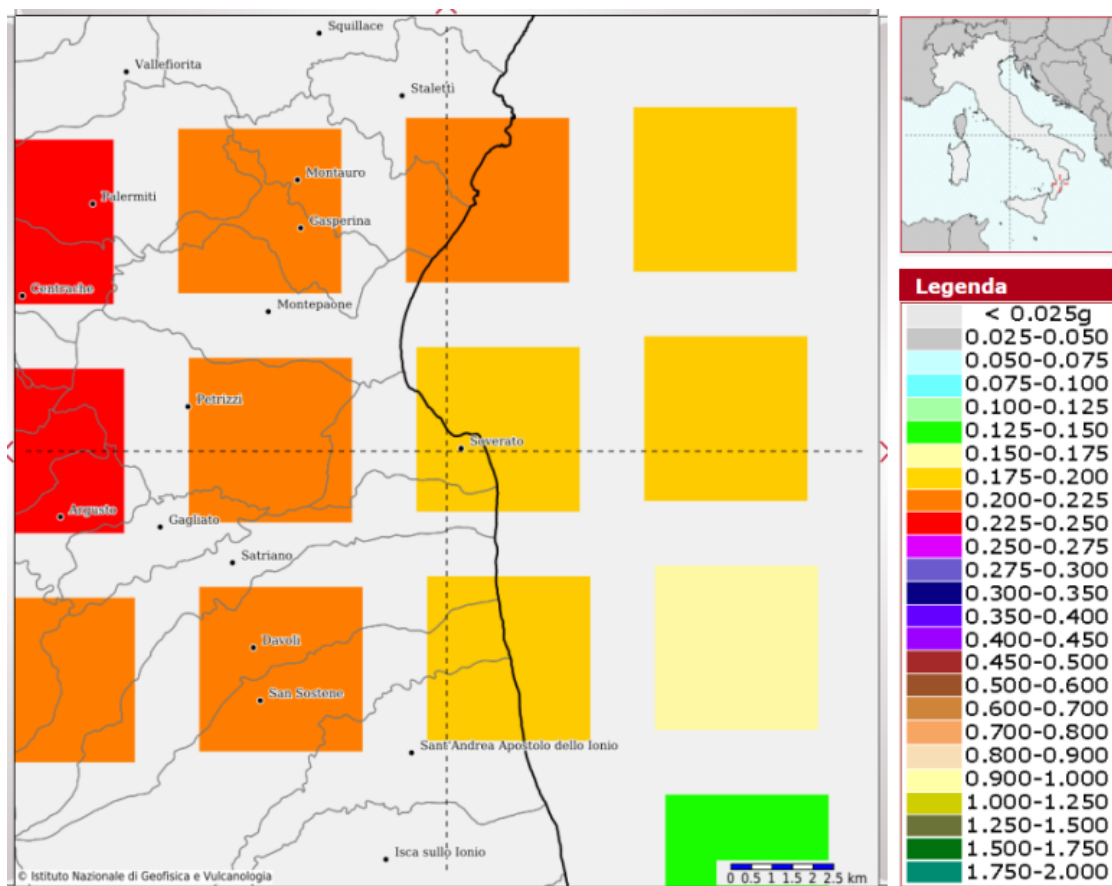
**B** – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

### Condizioni Topografiche = T1 (coefficiente ST pari a 1,0)



Stato Limite	Tr [anni]	$a_r$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.054	2.352	0.280
Danno (SLD)	50	0.070	2.343	0.308
Salvaguardia (SLV)	475	0.200	2.420	0.374
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.266	2.428	0.398
Periodo di riferimento per l'azione sismica		50		
Categoria sottosuolo			B	▼
Categoria topografica			T1	▼
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,14
Cc* Coeff. funz. categoria	1,42	1,39	1,34	1,32
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Coefficienti</b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
kh	0.046	0.046	0.055	0.064
kv	0.023	0.023	0.028	0.032
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	2.250	2.250	2.250	2.250
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

## Mappe interattive di pericolosità sismica



Mappa della pericolosità sismica dell'area oggetto di studio. Il punto di incontro degli assi tratteggiati indica la localizzazione del sito (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

## **Disaggregazione della pericolosità sismica**

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire 1995; Bazzurro & Cornell 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

L'analisi della disaggregazione dei valori di  $a_g$  riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornita da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza. Questa informazione è riportata sia in forma di grafico 2D (Fig. 5) che in forma tabellare (Tab. 3). Inoltre per ogni punto viene anche fornita la terna di valori medi di magnitudo, distanza e  $\epsilon$ .

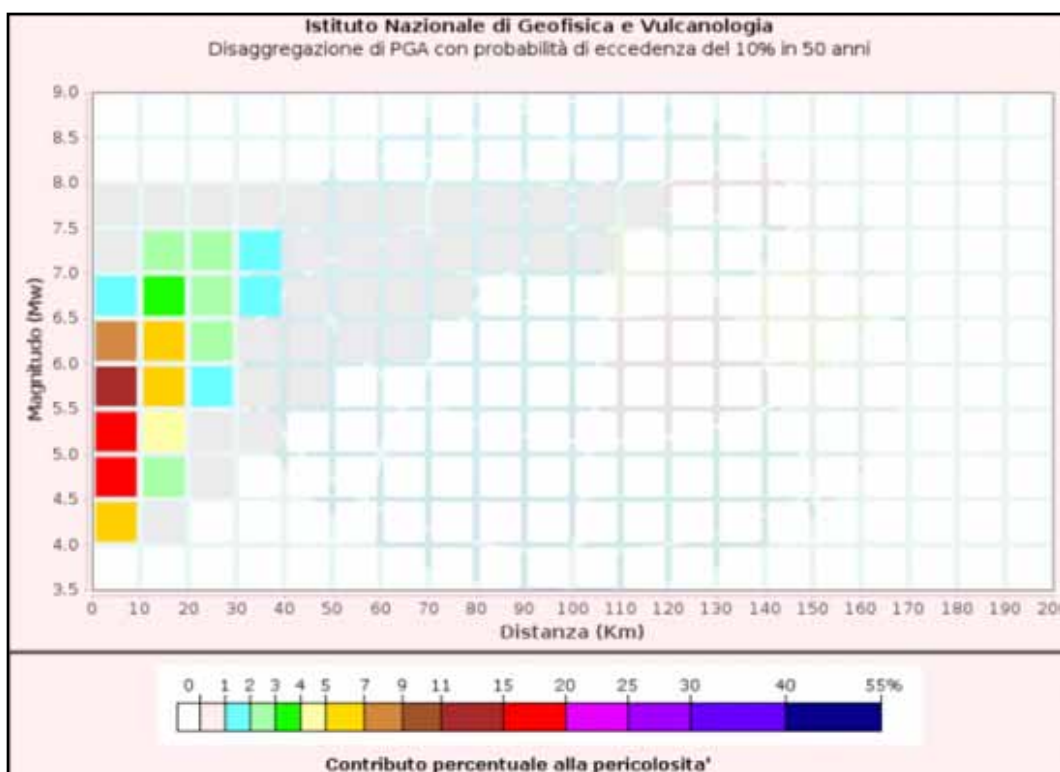
La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

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.



Dall'elaborazione dei dati forniti dall'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) secondo le procedure del Deliverable D14 "Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di "M – R – ε" (Spallarossa & Barani, 2007) e per come brevemente riassunto per il territorio comunale di dell'area in esame, è stata scelta, come riferimento, la disaggregazione eseguita in corrispondenza del punto più vicino.

Come mostrato nel diagramma in figura 5, il contributo più alto percentuale alla pericolosità (compreso tra l'11% e il 15%) è fornito da eventi sismici caratterizzati da magnitudo comprese tra 5.5-6.0 e distanze epicentrali comprese tra 0 e 20 km.



**Fig. 5.** Grafico rappresentante la disaggregazione di  $a_g$  con 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni per il territorio Comunale di Soverato. (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 38.688269 lon. 16.545169 - id 42560)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	6.3500	16.6000	15.1000	11.7000	7.7100	1.1500	0.0295	0.0042	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.3560	2.1400	4.3500	6.1500	6.8200	3.7500	2.5100	0.4100	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0066	0.2810	1.2100	2.3000	2.4100	2.4800	0.4790	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.1320	0.7000	1.0800	1.4600	0.3240	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.1400	0.3720	0.6480	0.1610	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0129	0.1060	0.2700	0.0753	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0193	0.1110	0.0356	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0445	0.0176	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0157	0.0092	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0050	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0016	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.69	11.2	0.868

**Tab. 3.** Valori di magnitudo e distanza per ogni nodo della griglia di calcolo che forniscono un contributo percentuale alla stima di pericolosità. (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame ED50.

latitudine: 38,689353

longitudine: 16,545143

Classe: 2

Vita nominale: 50 anni

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 42560      Lat: 38,6937      Lon: 16,4963      Distanza: 4267,676

Sito 2 ID: 42561      Lat: 38,6920      Lon: 16,5602      Distanza: 1334,952

Sito 3 ID: 42783      Lat: 38,6420      Lon: 16,5579      Distanza: 5382,284

Sito 4 ID: 42782      Lat: 38,6438      Lon: 16,4940      Distanza: 6738,705

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:      **B**

Categoria topografica:      **T<sub>1</sub>**

Periodo di riferimento:      50 anni

Coefficiente cu:      1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:      30 [anni]

ag:      0,054 g

Fo:      2,352

Tc\*:      0,280 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr:      50 [anni]

ag:      0,070 g

Fo:      2,343

Tc\*:      0,308 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr:      475 [anni]

ag:      0,200 g

Fo:      2,420

Tc\*:      0,374 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,266 g

Fo: 2,428

Tc\*: 0,398 [s]

#### Coefficienti Sismici

##### SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1,420

St: 1,000

Kh: 0,046

Kv: 0,023

Amax: 2,250

Beta: 0,200

##### SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,390

St: 1,000

Kh: 0,046

Kv: 0,023

Amax: 2,250

Beta: 0,200

##### SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,340

St: 1,000

Kh: 0,055

Kv: 0,028

Amax: 2,250

Beta: 0,240

##### SLC:

Ss: 1,140

Cc: 1,320

St: 1,000

Kh: 0,064

Kv: 0,032

Amax: 2,250

Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84

latitudine: 38.688326

longitudine: 16.544348

**Sito in esame. (Coordinate ED50)****latitudine: 38,689353****longitudine: 16,545143****Classe: 2****Vita nominale: 50****PARAMETRI SISMICI LOCALI SLD:**

## PARAMETRI INDIPENDENTI

## PARAMETRI DIPENDENTI

STATO LIMITE	SLD	STATO LIMITE	SLD
ag	0,070 g	S	1,200
Fo	2,343	$\eta$	0,417
Tc *	0,308 s	TB	0,143 s
Ss	1,200	TC	0,429 s
Cc	1,390	TD	1,881 s
St	1,000		
q	2,400		

**PARAMETRI SISMICI LOCALI SLV:**

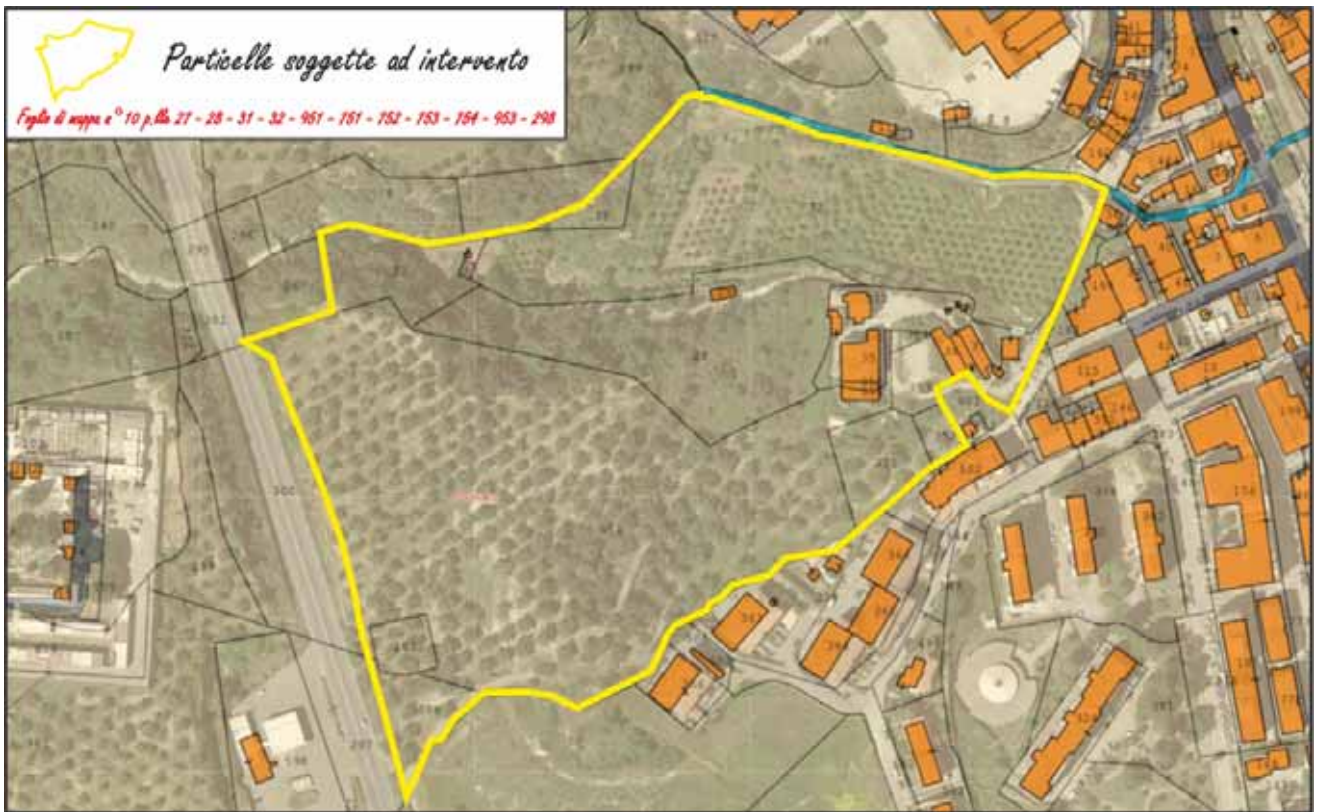
## PARAMETRI INDIPENDENTI

## PARAMETRI DIPENDENTI

STATO LIMITE	SLV	STATO LIMITE	SLV
ag	0,200 g	S	1,200
Fo	2,420	$\eta$	0,417
Tc *	0,374 s	TB	0,167 s
Ss	1,200	TC	0,501 s
Cc	1,340	TD	2,400 s
St	1,000		
q	2,400		

*Davoli, li 30/04/2024**Il geologo***Dott. Massimiliano LETTIERI***Ordine Regionale dei Geologi della Calabria – n° 853*

## Sovrapposizione Catastale-Ortofoto



## Ortofoto



# FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

16,54435

LATITUDINE

38,68833

Ricerca per comune

REGIONE

Calabria

PROVINCIA

Catanzaro

COMUNE

Soverato Marina

Elaborazioni grafiche

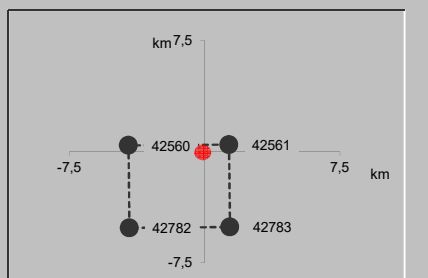
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT 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".

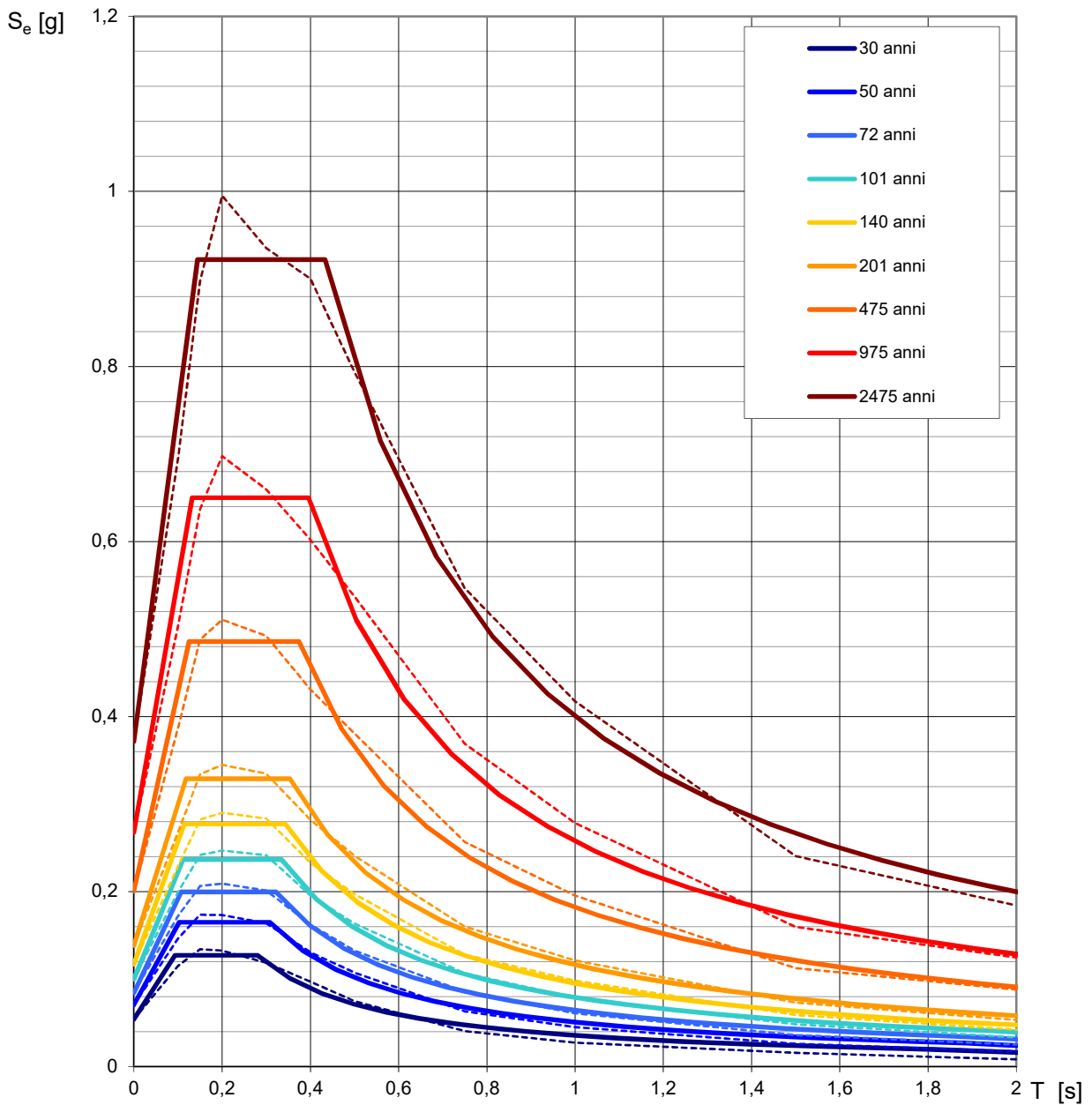
INTRO

**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

## Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



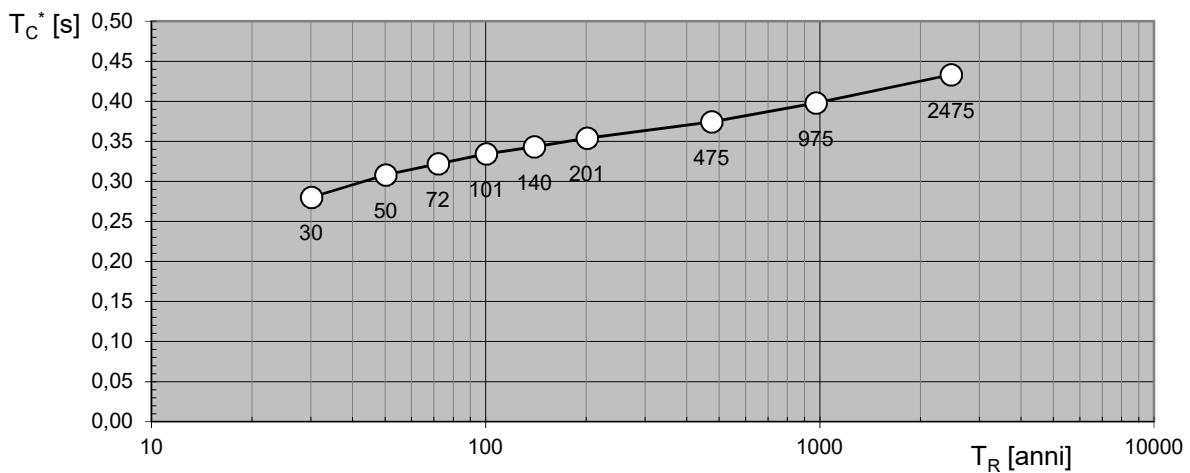
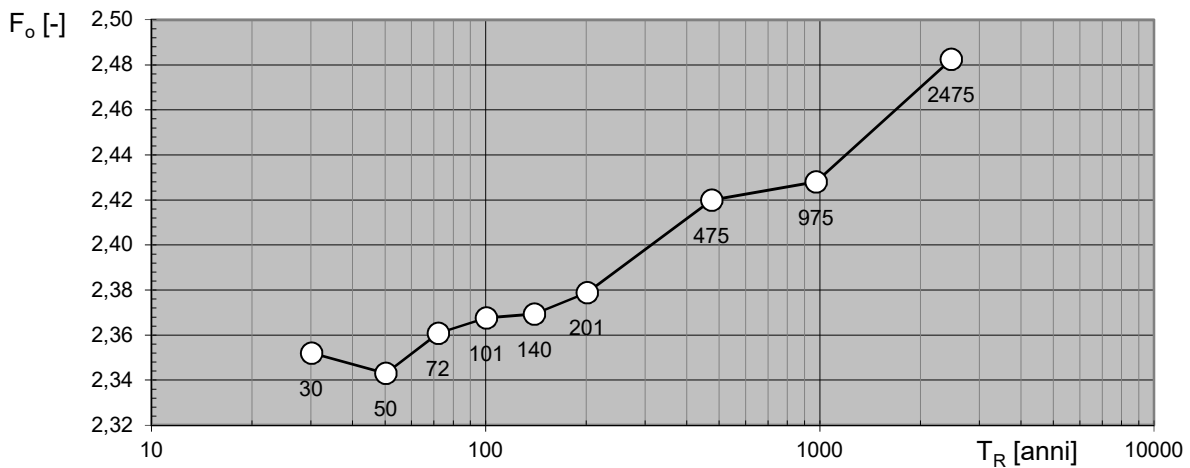
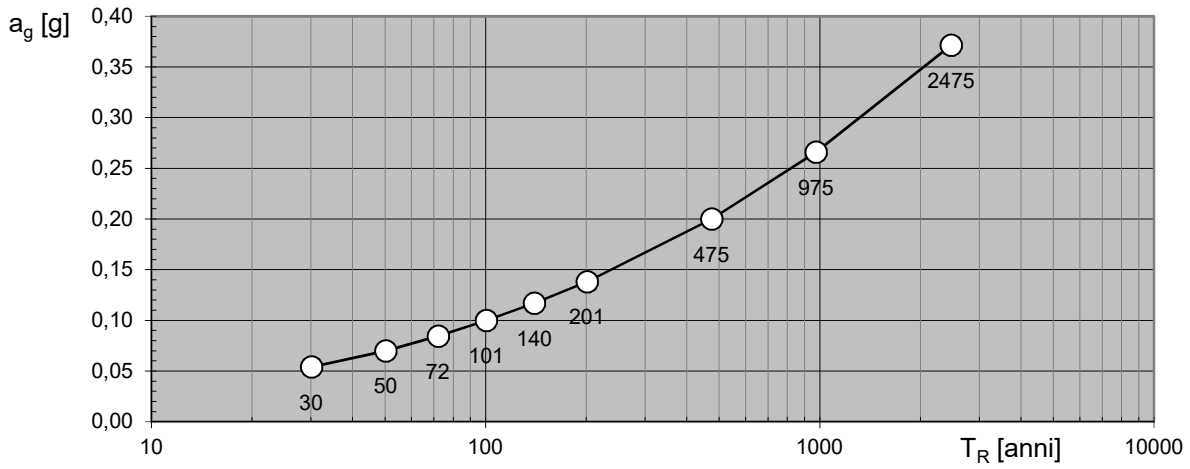
NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

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.



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  : variabilità col 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.

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,054	2,352	0,280
50	0,070	2,343	0,308
72	0,084	2,361	0,322
101	0,100	2,368	0,334
140	0,117	2,369	0,343
201	0,138	2,379	0,354
475	0,200	2,420	0,374
975	0,266	2,428	0,398
2475	0,371	2,482	0,433

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.

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

### Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

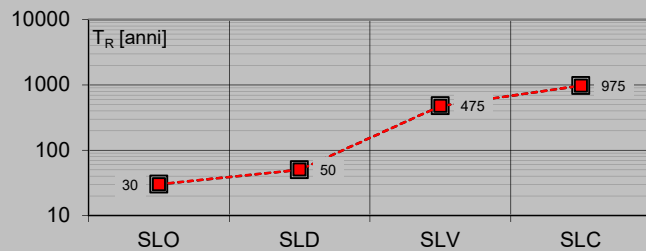
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

### Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

### Strategia di progettazione



### LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

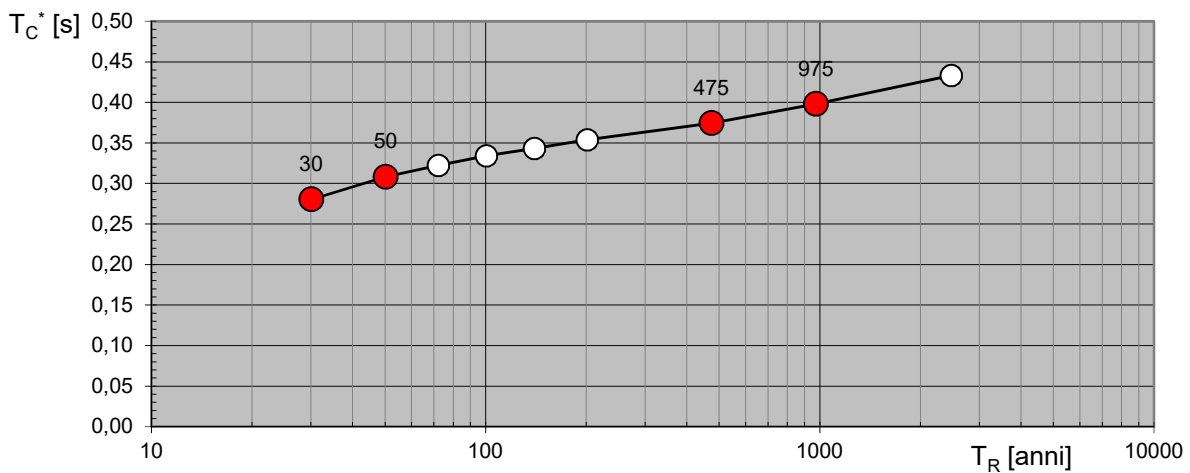
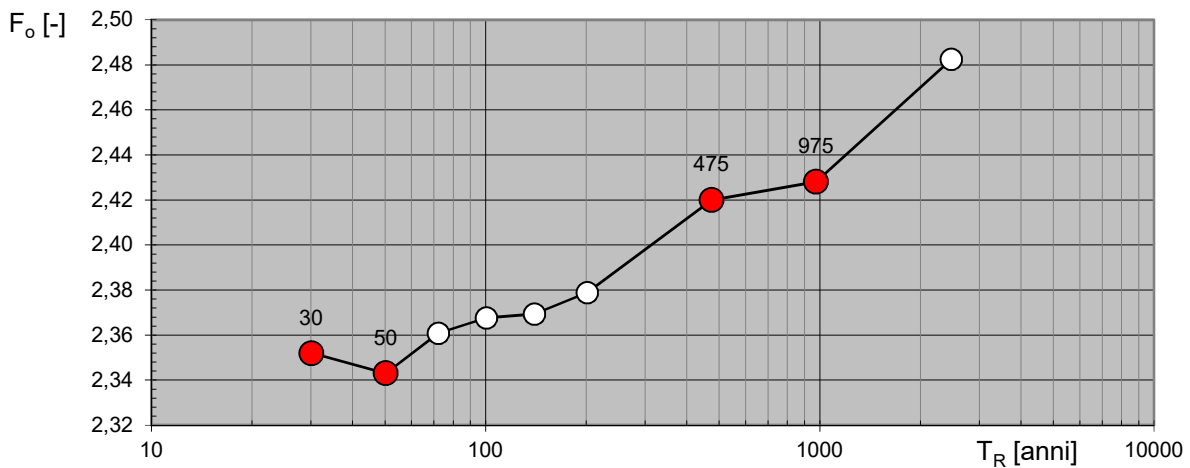
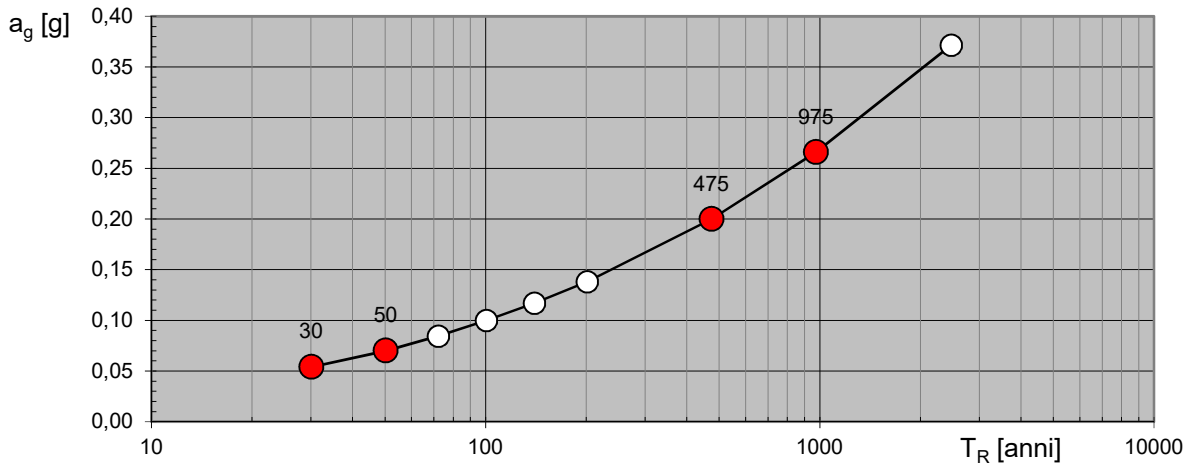
INTRO

FASE 1

**FASE 2**

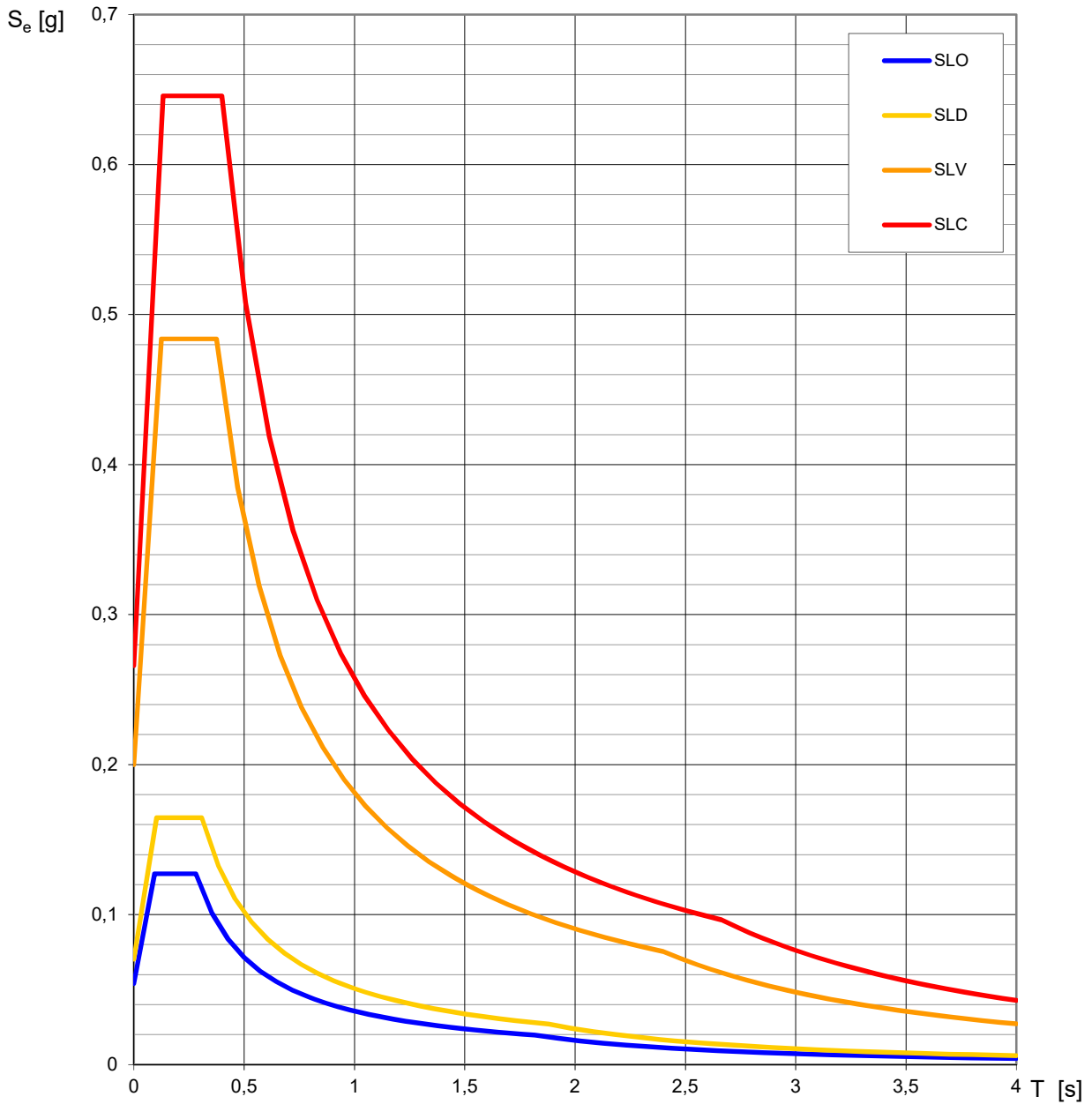
FASE 3

**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.

## 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.

**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	0,054	2,352	0,280
SLD	50	0,070	2,343	0,308
SLV	475	0,200	2,420	0,374
SLC	975	0,266	2,428	0,398

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.

# FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

## Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

## Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** ▼ info

$S_S =$

$C_C =$   info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$

$S_T =$   info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

## Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%)

$\eta =$   info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o =$

Regol. in altezza **no** ▼ info

## Compon. verticale

Spettro di progetto




Fattore  $q =$

$\eta =$   info

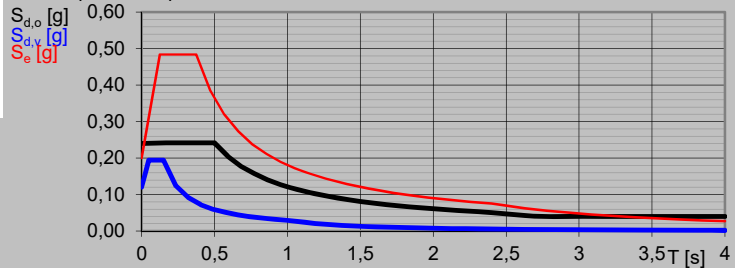
## Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

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

## Spettri di risposta

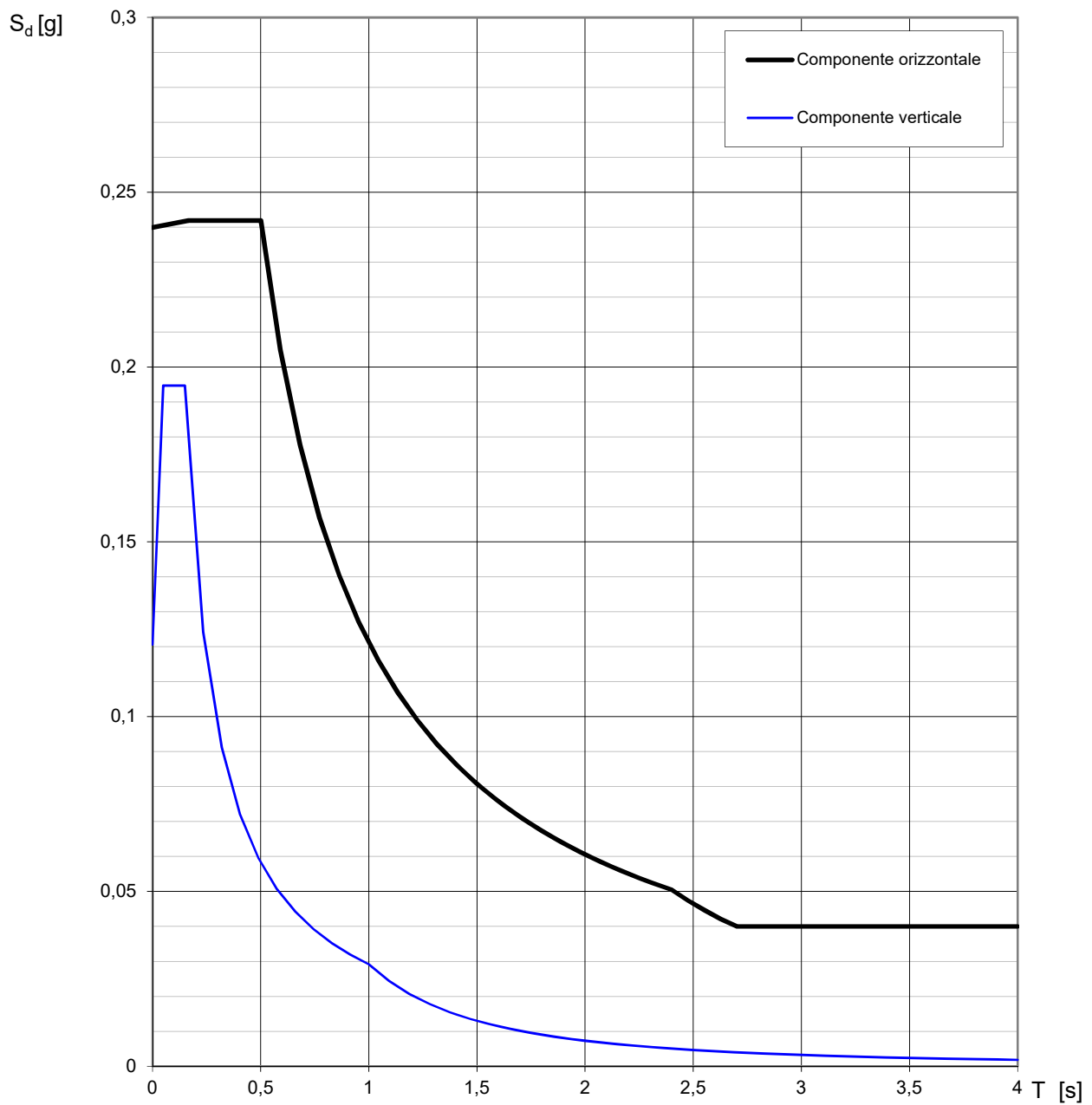


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

**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.



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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,200 g
$F_o$	2,420
$T_C$	0,374 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,340
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	0,417
$T_B$	0,167 s
$T_C$	0,501 s
$T_D$	2,400 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	0,240
$T_B \leftarrow$	0,167	0,242
$T_C \leftarrow$	0,501	0,242
	0,592	0,205
	0,682	0,178
	0,772	0,157
	0,863	0,141
	0,953	0,127
	1,044	0,116
	1,134	0,107
	1,224	0,099
	1,315	0,092
	1,405	0,086
	1,496	0,081
	1,586	0,076
	1,676	0,072
	1,767	0,069
	1,857	0,065
	1,948	0,062
	2,038	0,059
	2,128	0,057
	2,219	0,055
	2,309	0,052
$T_D \leftarrow$	2,400	0,051
	2,476	0,047
	2,552	0,045
	2,628	0,042
	2,705	0,040
	2,781	0,040
	2,857	0,040
	2,933	0,040
	3,009	0,040
	3,086	0,040
	3,162	0,040
	3,238	
	3,314	0,040
	3,390	0,040
	3,467	0,040
	3,543	0,040
	3,619	0,040
	3,695	0,040
	3,771	0,040
	3,848	0,040
	3,924	0,040
	4,000	0,040

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

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,070 g
$F_o$	2,343
$T_C$	0,308 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,390
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	0,417
$T_B$	0,143 s
$T_C$	0,429 s
$T_D$	1,881 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	0,084
$T_B \leftarrow$	0,143	0,082
$T_C \leftarrow$	0,429	0,082
	0,498	0,071
	0,567	0,062
	0,636	0,055
	0,706	0,050
	0,775	0,046
	0,844	0,042
	0,913	0,039
	0,982	0,036
	1,051	0,034
	1,120	0,031
	1,189	0,030
	1,259	0,028
	1,328	0,027
	1,397	0,025
	1,466	0,024
	1,535	0,023
	1,604	0,022
	1,673	0,021
	1,743	0,020
	1,812	0,019
$T_D \leftarrow$	1,881	0,019
	1,982	0,017
	2,083	0,015
	2,184	0,014
	2,284	0,013
	2,385	0,012
	2,486	0,011
	2,587	0,010
	2,688	0,009
	2,789	0,009
	2,890	0,008
	2,991	
	3,092	0,007
	3,193	0,007
	3,294	0,006
	3,395	0,006
	3,495	0,005
	3,596	0,005
	3,697	0,005
	3,798	0,005
	3,899	0,004
	4,000	0,004

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

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0,121 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,461
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,121
$T_B \leftarrow$	0,050	0,195
$T_C \leftarrow$	0,150	0,195
	0,235	0,124
	0,320	0,091
	0,405	0,072
	0,490	0,060
	0,575	0,051
	0,660	0,044
	0,745	0,039
	0,830	0,035
	0,915	0,032
$T_D \leftarrow$	1,000	0,029
	1,094	0,024
	1,188	0,021
	1,281	0,018
	1,375	0,015
	1,469	0,014
	1,563	0,012
	1,656	0,011
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,007
	2,125	0,006
	2,219	0,006
	2,313	0,005
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

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

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

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

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

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.