



**AGENZIA DEL DEMANIO**

**DIREZIONE REGIONALE CALABRIA**

SERVIZI TECNICI

P.F.T.E. REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE  
DEL PRESIDIO CISIA DI REGGIO CALABRIA MINISTERO  
DELLA GIUSTIZIA - CORTE D'APPELLO  
COMUNE DI REGGIO CALABRIA (RC)  
SCHEDA RCBP071

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

PR.06 RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITÀ  
PROGETTO DI ADEGUAMENTO

IL TECNICO ISTRUTTORE



ING. SALVATORE VIRGILLO

IL RESPONSABILE SERVIZI TECNICI



ING. SALVATORE CONCETTINO

CODICE ELABORATO  
R10

SCALA  
-

PROTOCOLLO E DATA  
2019/10558/DRCAL/STE del 17/06/2019



**AGENZIA DEL  
DEMANIO**

**Direzione Regionale Calabria**  
**Via Gioacchino Da Fiore, 34 - 88100 Catanzaro**

tel: 0961.778911, fax mail: 06.50516080, e-mail: dre.Calabria@agenziademanio.it,  
PEC: dre\_Calabria@pce.agenziademanio.it

**PROGETTO 10**  
**ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI**  
**ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER**  
**L'IMMOBILE DEMANIALE SITO IN**  
**VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC)**  
**SCHEDA RCBP071**

Oggetto:	Elaborato PR.06
<b>RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO</b>	Scala: ---
	Data: novembre 2018

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Salvatore Virgilio

**R.T.P. CONTE:**

**Elio Conte**  
**Architetto**  
**(Capogruppo)**



**STUDIO**  
**PROGETTAZIONI**  
**D'INGEGNERIA SPI SRL**



**Francesco CUCCURULLO Lester LONARDO**  
**Geologo**  
**(Mandante)**



**Archeologo**  
**(Mandante)**

Agg.

Agg.

Agg.

Agg.

**R.T.P. CONTE**

c/o Arch. Elio Conte, Via Carlo de Marco n° 135, 80137 Napoli - Tel./fax 081 7517736, PEC elio.conte@archiworldpec.it

## Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA E RIFERIMENTI TECNICI	4
3.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA E DELL'EDIFICIO ESISTENTE	5
4.	ANALISI STORICA	8
5.	RILIEVO STRUTTURALE E MATERICO	9
5.1	ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE	9
5.2	IL SISTEMA FONDALE	10
6.	ESAME DELLE DIVERSE POSSIBILITA' DI RENDERE L'EDIFICIO ANTISISMICO	10
7.	PROCEDURE DI CALCOLO	13
8.	PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO	14
8.1	CLASSI DI INTERVENTO	14
8.2	MATERIALI DI PROGETTO	15
9.	CARICHI E AZIONI	18
9.1	AZIONE SISMICA	18
9.1.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' DI BASE	18
	Spettri D.M. 17-01-18	21
9.2	CARICHI GRAVITAZIONALI	30
9.3	AZIONE DEL VENTO	31
9.4	AZIONE DELLA NEVE	32
9.5	CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO	33
9.6	COMBINAZIONI DI CARICO	34
10.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DELLA STRUTTURA	37
11.	ANALISI E VERIFICA DEGLI INTERVENTI	38
11.1	ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA	38
11.2	MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI	38
11.2.1	GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DEL MODELLO	38
11.3	ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA	40
11.3.1	RISPOSTA DI SPETTRO	40
11.4	RISULTATI NUMERICI	41
11.4.1	SOLLECITAZIONI	41
11.4.2	SOLLECITAZIONI GUSCI NON VERTICALI	42
11.4.3	QUADRO GENERALE DELLE VERIFICHE	44
11.4.3.1	VERIFICA DEGLI ELEMENTI NUOVI	44

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

11.4.3.2	VERIFICA DEGLI ELEMENTI ESISTENTI.....	45
11.4.3.3	Accelerazioni e tempi di ritorno .....	47
11.4.3.4	Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche .....	48
11.4.3.5	Indicatori minimi per travi e pilastri .....	49
11.4.3.6	Verifica a flessione semplice e a taglio delle travi .....	50
11.4.3.7	Verifica a pressoflessione e taglio dei pilastri; .....	51
11.4.3.8	Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 8/02/2017 .....	51
<b>12</b>	<b>CAPACITA' SISMICA DELLA STRUTTURA</b> .....	<b>53</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>53</b>

## 1. PREMESSA

La presente ha come oggetto la proposta di miglioramento/adeguamento sismico dell'immobile demaniale sito in via del Pellicano nel comune di Reggio Calabria (RC) – Progetto 10 – SCHEDA RCBP071.

Con nota del Segretario Regionale Calabria prot. n° 6220 del 18/09/218 si comunica che il MIBAC ha dichiarato l'edificio in argomento di non interesse culturale. In conseguenza di ciò è possibile ed obbligatorio prevedere per lo stesso un intervento di adeguamento sismico in luogo degli interventi di miglioramento proposto negli elaborati già consegnati, con il conseguente incremento di costi.

Si è proceduto pertanto ad una ricalcolazione dell'edificio per un proporzionamento degli interventi di adeguamento scelti fra i diversi possibili, non senza prima, come di seguito illustrato, aver valutato diverse e differenti soluzioni, portando poi a compimento quella ritenuta migliore in termini di efficienza, economicità e minor impatto sul tessuto urbano.

## 2. NORMATIVA E RIFERIMENTI TECNICI

Nel seguito sono riportate le principali indicazioni normative alle quali si è fatto riferimento nelle fasi di modellazione, analisi strutturale, dimensionamento e verifica dell'edificio in oggetto.

- **D.M. LL. PP. 11-03-88**

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 Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

- **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88.**

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.

- **Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08**

Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo

(par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

- **Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18**

Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

- **Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche (Circ.Min.02/02/2009 n.617)**

Sicurezza (C2), Azioni sulle costruzioni (C3), Costruzioni in calcestruzzo (C4.1), Costruzioni in legno (C.4.4), Costruzioni in muratura (C.4.5), Progettazione geotecnica (C.6), Progettazione per azioni sismiche (C.7), Costruzioni esistenti (C.8).  
Appendici: Edifici Esistenti (C8A).

- **Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni**, ReLUIIS (a cura di Dolce M., Manfredi G.), 2009;

- **Linee guida finalizzate alla mitigazione del rischio sismico**. Verifica strutturale degli edifici in cemento armato in attuazione dell'O.P.C.M. 3274/03. REGIONE CAMPANIA. Area Generale di Coordinamento LL.PP. Settore Geologico Regionale;

- **Decreto del Capo Dipartimento della Protezione civile 21.10.2003** “Disposizioni attuative dell' OPCM n. 3274/2003;

- **OPCM N. 3431/2005** – Ulteriori modifiche e integrazioni all'OPCM n. 3274/2003;

- **Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive** – CSLP.

- **Legge Regionale n.37 del 2015**

- **Regolamento Regionale n.15 del 2016** – Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla legge regionale n.37 del 28 Dicembre 2015

### **3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA E DELL'EDIFICIO ESISTENTE**

L'immobile sito in via Pellicano, consiste in un corpo di fabbrica che si articola su quattro impalcati: un piano seminterrato, un piano terra, due piani sopraelevati e la

copertura.



**Figura 1: Inquadramento aereo**

L'edificio è costituito da una struttura mista in c.a. e muratura portante, risalente agli anni '30, tipologia costruttiva tipica di quegli anni.

La pianta dell'edificio è di forma rettangolare con rapporto tra i lati circa 3:4 (10m x 14x). L'edificio raggiunge un'altezza di circa 14,00 m, con quote d'interpiano variabili: 2,40 m al piano seminterrato, 3,40 al piano terra, 3,75 al piano primo e 3,20 al piano secondo. I livelli sono collegati mediante un vano scala, interna all'edificio, posto in prossimità dell'ingresso. Il piano seminterrato è collegato al piano terra mediante una singola rampa indipendente dalla scala principale.



**Figura 2 – Vano scale**

Il sito oggetto di studio è ubicato nel settore occidentale della città di Reggio Calabria, in destra orografica del fiume Calopinace ed a poco più di 500 m dalla linea di costa. Dal punto di vista morfologico, questa zona rappresenta parte di una piana costiera che degrada dolcemente verso la linea di costa. Tale fascia fa parte del Bacino di Reggio Calabria, una struttura di tipo graben delimitata da faglie normali e dagli horst di Campo Piale, a nord, e dell'Aspromonte, ad est. I sollevamenti tettonici hanno causato il ringiovanimento del rilievo ed un'intensità erosiva, mantenendo attivi i processi morfogenetici che hanno modellato il paesaggio ed il pattern idrologico. Tali materiali smantellati nell'entro terra hanno creato sottili pianure litoranee dove all'azione terrigena si associa quella meteomarina. Ne deriva una situazione geomorfologica caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua che scorrono in ripide valli strette.

La città di Reggio Calabria si estende su una superficie composta da materiale alluvionale, che si protrae fino alle pendici dell'Aspromonte che è di natura cristallino – metamorfica del Paleozoico.

La fascia litoranea che si estende sul lato ovest del territorio si affaccia sullo stretto di Messina ed è caratterizzata da una linea di costa con andamento meridiano, in cui ampie baie si alternano a sporgenze lobate in corrispondenza dello sbocco di fiumare e in relazione alla presenza di ampie conoidi deltizio – alluvionali: in molti casi i depositi delle conoidi sono inglobati nella stessa piana costiera.

Man mano che ci si sposta verso le zone interne inizia un sistema collinare costituito da sedimenti Plio-Pleistocenici e Miocenici, rappresentati per lo più da

conglomerati sabbiosi che hanno una pendenza media e si sviluppano fino ad arrivare alle pendici dell'Aspromonte.

#### **4. ANALISI STORICA**

L'area oggetto di studio è collocata nel comune di Reggio Calabria in via P. Pellicano 2b a ridosso del versante orientale del centro storico della città.

Tale settore si trova ai margini dell'area pianeggiante formata dal litorale. L'area si trova sulle prime propaggini dei rilievi collinari che chiudono a ventaglio la città e che delimitavano il perimetro orientale dell'insediamento magno-greco, il cui punto più alto, dal punto di vista altimetrico, ricadeva esattamente nelle aree della "Collina degli Angeli" e della "Collina del Trabocchetto" (114 m s.l.m.) ove sono attestati imponenti lacerti della cinta muraria. La presenza della cinta muraria sui rilievi della "Collina degli Angeli" e della "Collina del Trabocchetto", che segna evidentemente il limite orientale della città magno-greca, consente di asserire che il tratto settentrionale di via Pellicano – ove è ubicato l'immobile oggetto della verifica – gravitava in un'area della città magnogreca evidentemente intra moenia. Tale settore viene a trovarsi tra l'area bassa della polis ed il settore collinare ove la presenza di strutture abitative è comprovata dai non pochi rinvenimenti dell'ultimo secolo. Le mura della "Collina degli Angeli" costituirebbero il tratto più antico della cinta muraria che racchiudeva una vasta area urbana con un perimetro di circa 5 km.

Il settore settentrionale di via Pellicano è posto in un'area della città greca, quella pedecollinare, ove erano presenti edifici abitativi le cui tracce sono state rinvenute a non più di 300 m in direzione nord-est e a circa 120 m in direzione nord-ovest. Il tessuto urbano in cui sorge l'immobile da indagare risulta essere molto omogeneo e regolare dato dalla lottizzazione avvenuta alla fine del XIX secolo per la costruzione del monastero di S. Maria delle Visitazione. I ritrovamenti archeologici di numerose cisterne per la raccolta delle acque piovane, di forma conica, e di pozzi di falda nella collina del Salvatore testimoniano appunto che qui si sviluppò la struttura abitativa vera e propria.

In epoca medievale l'area è interessata da un decremento della superficie urbana e l'area di via Pellicano venne a ritrovarsi fuori le mura subendo una ricostruzione solo in seguito al terremoto del 1908 che comportò la distruzione di parte della città ottocentesca e dei sobborghi medievali sviluppatisi sulle colline. La città subì, inoltre, un ulteriore riassetto a seguito di un altro terremoto del 1783 che implicò la

ricostruzione di Reggio che fu riorganizzata in lotti regolari che comportò la scomparsa di gran parte del tessuto storico della città più antica.

Per maggiori dettagli di carattere archeologico sui ritrovamenti avvenuti nell'area di indagine si rimanda all'elaborato VPIA – verifica preventiva di interesse archeologico.

## **5. RILIEVO STRUTTURALE E MATERICO**

### **5.1 ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE**

L'intero complesso edilizio è realizzato con struttura portante mista in muratura di mattoni pieni rossi e in calcestruzzo armato.

I solai variano a seconda del piano; Il primo impalcato è costituito da un solaio nervato caratterizzato da soletta di circa 15 cm e nervature in c.a. di dimensioni 30x45 cm. Il secondo e il terzo impalcato sono costituiti da solai in putrelle e calcestruzzo di spessore 30 cm. Il quarto impalcato è in calcestruzzo armato gettato in opera, monodirezionale a orditura singola, con spessore di 30 cm. I travetti sono disposti ad un interasse medio di 50 cm circa, presentano una base di 10 cm. Tra i travetti sono presenti elementi di alleggerimento costituiti da blocchi forati in lapilcimento.

La Muratura portante è in mattoni pieni rossi posta lungo il perimetro della struttura, avente spessore di circa 30 cm.

I pilastri in c.a. hanno dimensioni variabile. A partire da 45x70 nel piano seminterrato per poi rastremarsi nei piani superiori con dimensioni 30x30. Sono armati con diametri variabili da  $\phi 8$  a  $\phi 16$ , e staffature a due bracci di diametro  $\phi 6/8$  a passo variabili tra 10 cm ai nodi e 20 cm in mezzera.

Le travi principali realizzate in c.a. gettato in opera sono sia emergenti che a spessore di solaio, soprattutto nei piani superiori. Le dimensioni variano da 45x80 cm a 30x60 cm. Le travi sono armate con ferri di diametri variabili da  $\phi 16$  a  $\phi 20$ , e staffature a due bracci di diametro  $\phi 8$  a passo variabile tra 15 cm e 20 cm. La maggior parte delle travi interne non mostra evidenti segni di degrado. Nel piano seminterrato vi è un fitto reticolo di travi; in particolare vi sono travi principali di dimensione 45x80 cm. Inoltre vi sono travi 30x60 cm che formano una fitta maglia a formare un solaio nervato. Ciò lascia intendere alla presenza, in passato, di carichi pesanti agenti al piano terra che probabilmente era adibito ad attività commerciale.

## 5.2 IL SISTEMA FONDALE

Il sistema fondale è costituito da un reticolo di travi rovesce 75x85 cm. Da saggi e scavi eseguiti in loco, le travi risultano impostate ad una quota di circa 40-50 cm dal piano di calpestio del seminterrato.

## 6. ESAME DELLE DIVERSE POSSIBILITA' DI RENDERE L'EDIFICIO ANTISISMICO

Di seguito vengono brevemente illustrate le tre possibili tipologie di intervento che potrebbero essere progettate per rispondere all'obiettivo prefissato, ovvero l'ottenimento di una struttura antisismica.

### A) ABBATTIMENTO E RICOSTRUZIONE

Appare ovvio che la prima soluzione, quella che sicuramente presenta minori complicazioni tecniche, sarebbe quella dell'abbattimento e della ricostruzione; la struttura sarebbe in cemento armato progettata in linea con le NTC 2018, conservando però esteticamente l'aspetto dell'edificio esistente.

Tale soluzione è stata scartata a priori, per una serie di motivi di carattere economico, funzionale ed ambientale:

- Il costo elevato, sicuramente più alto di qualsiasi intervento di recupero ed adeguamento legato ai non trascurabili costi della demolizione totale e degli smaltimenti di tutti i materiali derivanti da detta demolizione;
- L'impatto sul territorio, termini di fruibilità delle aree limitrofe, vivibilità e durata del cantiere, tutti aspetti che, in caso di demolizione e ricostruzione, risulterebbe senz'altro elevato e difficilmente supportabile;
- L'impatto negativo, dal punto di vista ambientale, alla luce della notevole quantità di materiale di risulta da smaltire.

In ogni caso abbiamo proceduto alla valutazione economica di tale possibilità identificando due macrovoci

#### 1. Abbattimento e smaltimento del materiale di risulta:

a) costi per la demolizione:  $m\ 10,50 \times m\ 14,00 \times m\ 14,00 = mc\ 2058$   
 $mc\ 2058 \times \text{€}\ 16,15$  (Listino Regione Calabria 2017 – PR.R.0210.10.b)  
 $= \text{€}\ 33.236,70$

b) costi per smaltimento:  $mc\ 2058 \times \text{€}\ 15,00$  (Prezzo di mercato) = €

30.870,00

2. Ricostruzione ex-novo:

€/mq 1.907,90 (Valore parametrico tabellare – Costi di costruzione a Gennaio  
2012 - indice :118,1 allegato alla presente) x mq 616 = € 1.175.266,40

3. Opere di consolidamento edifici limitrofi:

€ 30.000 a corpo

**TOTALE COMPLESSIVO: € 33.236,70 + € 30.870,00+ € 1.175.266,40 +  
€ 30.000 =€ 1.269.373,10**

B) APPLICAZIONE FIBRE COMPOSITE

Ritenendo quindi di procedere, senza dubbio, con un intervento di recupero ed adeguamento sismico dell'esistente, occorre preliminarmente evidenziare che, a differenza della soluzione di miglioramento sismico in prima analisi considerata, di conservare le murature perimetrali, che svolgevano anche una funzione strutturale, volendo adeguare la struttura, bisogna che essa non sia più una struttura mista ma che, viceversa, l'intera capacità di resistenza sia affidata ai telai costituiti dai pilastri e dalla travi in cemento armato. Pertanto qualsiasi soluzione non potrà prescindere dalla demolizione di tutte le murature di tamponatura esistenti.

Il passo successivo resta quindi quello di individuare la migliore soluzione per aumentare le capacità di resistenza, alle azioni sismiche, degli elementi in cemento armato esistenti.

Le metodologie di intervento di più utilizzate in caso simili sono:

- l'impiego di fibre composite con cui fasciare, mediante applicazione di resine epossidiche, gli elementi strutturali (travi e pilastri);
- il ringrosso di tutte le sezioni esistenti mediante la posa in opera di armature aggiuntive e malte e/o betoncini a stabilità volumetrica.

Nel caso in esame si è ritenuto di scartare la soluzione che prevede l'impiego di compositi in fibra per diversi motivi:

- la forma irregolare, talvolta, delle travi e dei pilastri che determinano dei punti di criticità nell'applicazione delle fibre;
- la tipologia dei ferri di armatura esistenti (barre lisce) che comunque rende più opportuno prevedere la posa in opera di nuove armature a d'aderenza migliorata;

- la deficienza dimensionale, soprattutto, delle travi perimetrali che, come era in uso ai tempi di costruzione dell'edificio, tenevano conto della muratura portante della tampanatura (travi e pilastri molto spesso venivano gettati direttamente utilizzando le murature come casseri);
- la deficienza dimensionale dei pilastri degli ultimi livelli, comunque non in linea con la normativa vigente.

In ogni caso abbiamo proceduto alla valutazione economica di tale possibilità identificando due macrovoci

1. Ristrutturazione di tipo pesante:

€/mq 1.601,39 (Valore parametrico tabellare – Costi di costruzione a Gennaio 2012 indice :118,1 allegato alla presente) x mq 616 = € 986.456,20

2. Opere di consolidamento edifici limitrofi:

€ 60.000 a corpo

**TOTALE COMPLESSIVO: € 986.456,20 + € 60.000,00 =€ 1.046.456,20**

### C) RINGROSSI DEGLI ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

Alla luce di tutto quanto sopra si ritiene che la soluzione ottimale, tesa all'ottenimento dell'adeguamento sismico dell'edificio in argomento, sia dal punto di vista tecnico/realizzativo, che economico, con il minor impatto ambientale e sul territorio, sia quella di realizzare i ringrossi di tutte le sezioni degli elementi in cemento armato esistenti mediante impiego di malte/betoncini a ritiro compensato (stabilità volumetrica) ed apposizione di nuove armature metalliche in quantità tale da essere in grado di assorbire tutti i carichi statici e dinamici.

Le operazioni che dovranno essere considerate sono le seguenti:

- demolizione di tutte murature in mattoni perimetrali, di tampanatura;
- realizzazione di una platea di fondazione in cemento armato a chiusura dei vari campi delimitati dalle travi di fondazione esistenti;
- ringrosso di tutte le travi e pilastri con a armature aggiuntive e prodotti a base di cementi a ritiro compensato;
- realizzazione di nuove travi per il completamento e la chiusura di tutti i telai in

cemento armato, in entrambe le direzioni principali.

Per tale ultima soluzione, quella scelta quale proposta di intervento, nel prosieguo viene consegnato il calcolo di modellazione e verifica, con indicazione dei nuovi coefficienti di sicurezza sismica, le carpenterie di progetto con l'indicazione di tutte le sezioni finali dei vari elementi strutturali, i particolari costruttivi tipologici, una descrizione di maggior dettaglio di tutte le fasi esecutive, nonché i costi per la realizzazione dell'intervento.

## **7. PROCEDURE DI CALCOLO**

Il D.M. 17.01.2018 e s.m.i. prescrive che la valutazione della sicurezza debba essere estesa a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

In particolare, per gli edifici esistenti in calcestruzzo armato soggetti ad azioni sismiche, si possono manifestare meccanismi di collasso locali, di piano, o d'insieme, globali. I meccanismi locali interessano singoli elementi strutturali o più ampie porzioni della costruzione, e sono favoriti dall'instaurarsi di modalità di rottura di tipo fragile, causate dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti, la scarsa cura dei dettagli costruttivi in fase progettuale, la presenza di elementi sottodimensionati rispetto ad altri (meccanismi trave forte – pilastro debole) ed ancora la presenza di elementi scarsamente dissipativi o con modalità di collasso fragile (campate corte, nodi non adeguatamente confinati, pareti).

Infatti, al punto C 8.7.2.5 la Circolare 617/09 individua nell'ambito degli elementi e dei meccanismi resistenti, in una struttura in calcestruzzo armato, quelli classificati come duttili e quelli detti fragili.

La sicurezza della costruzione individuata sarà dunque indagata e valutata nei confronti di entrambi i tipi di meccanismo, attraverso un'analisi globale, come prescritto nel § C.8.7.2.4, finalizzata alla individuazione dei principali meccanismi che condizionano la capacità sismica della struttura, ed alla proposta di classi d'intervento da applicare per scongiurare il verificarsi di collassi fragili e per subordinare i meccanismi di piano a favore di un comportamento globale della struttura, conferendo un miglioramento della capacità per azioni sismiche.

## **8. PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO**

### **8.1 CLASSI DI INTERVENTO**

Gli interventi di progetto seguono quanto riportato nel § 8.7.4 e nel § C8A.7. della Circ.Min.02/02/2009 n.617 e sono elencati di seguito:

- **Risanamento corticale delle porzioni in calcestruzzo ammalorate.** Tutte le porzioni strutturali, non interessate da successivi interventi, che si presentino in cattivo stato di conservazione, saranno ricostruite mediante interventi di risanamento corticale, comprendenti la rimozione completa di tutte le parti in fase di distacco o già distaccate, la spazzolatura delle superfici e delle barre ossidate sino al metallo bianco, il trattamento inibitore di corrosione mediante prodotto bicomponente a base cementizia per la protezione delle armature, il ripristino del copriferro con malta cementizia tissotropica, fibrorinforzata;
- **Rinforzo degli elementi strutturali esistenti.** Si prevede l'incremento di resistenza e duttilità degli elementi "pilastro", "trave" e "nodo" mediante ringrossi di sezioni e cerchiaggi eseguiti prevedendo la posa in opera di armature integrative, a flessione e taglio e di betoncino a base di malta cementizia fibrorinforzata a ritiro compensato, colato entro casseri, avendo particolare cura nella realizzazione dei nodi. Nel caso di specie si utilizzeranno malte colabili con aggiunta di ghiaietto, pezzatura massima 15 mm. Per i pilastri si prevede un ringrosso di 10 cm per lato. Per le travi emergenti si prevede un ringrosso di 5 cm per lato. Si impiega sia per le travi armatura B450C di diametro  $\phi 22$  per quanto riguarda le barre longitudinali e  $\phi 8$  per quanto riguarda le staffe.
- **Inserimento di nuovi elementi strutturali.** Intervento volto ad assicurare rigidità della struttura in entrambe le direzioni mediante l'inserimento di nuovi elementi resistenti in calcestruzzo armato. In particolare trattasi dell'inserimento di travature in conglomerato cementizio armato lungo la direzione deformabile, progettate sulla base della risposta dinamica della struttura e finalizzate ad ottenere un incremento di rigidità laterale lungo il lato più deformabile, sino ad ottenere una risposta confrontabile in entrambe le direzioni. Tale intervento consente di ottenere tra gli altri vantaggi un irrigidimento notevole degli impalcati nel proprio piano;
- **Miglioramento del sistema di fondazione.** Sia per ancorare correttamente i

ringrossi al piede dei ritti del primo ordine, sia per conferire al sistema di fondazione maggiore portanza e rigidità, si prevede la realizzazione di platea in calcestruzzo a riempimento dei campi delimitati dalle travi esistenti avente funzione di completare la maglia strutturale dell'edificio esistente. La platea sarà armata a doppia maglia (superiore e inferiore); L'ancoraggio dei nuovi elementi alle strutture sarà effettuato mediante perforazioni con innesto di barotti e paste a ritiro compensato. Lo spessore della platea previsto è di 70 cm; Inoltre si prevede di armare con armature superiori ed inferiori  $\phi 22$  passo 15 cm.

## **8.2 MATERIALI DI PROGETTO**

I materiali che sarà possibile utilizzare per gli interventi descritti presentano le caratteristiche indicate di seguito.

### **1) Acciaio in barre per cemento armato**

tipo ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento;

tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq$  di 450 N/mm<sup>2</sup>;

tensione caratteristica di rottura  $f_{yt} \geq$  di 540 N/mm<sup>2</sup>;

allungamento  $(A_{gt})_k$  non minore del 7,5%;

resistenza di calcolo tensione  $f_{yd} = 391$  N/mm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità:  $E_f = 2100000$  kg/cm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità tangenziale:  $G_f = 807000$  kg/cm<sup>2</sup>;

coefficiente di dilatazione termica lineare: 0.00001/°C;

coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$ .

### **2) Calcestruzzo**

classe C 25/30 ( $R_{cbK} 300$  N/mm<sup>2</sup>);

resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 14,17$  N/mm<sup>2</sup>;

resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctk} = 1,80$  N/mm<sup>2</sup>;

resistenza a trazione per flessione:  $f_{cfm} = 3,08$  N/mm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità:  $E_c = 31475$  N/mm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità tangenziale:  $G_c = 18885$  N/mm<sup>2</sup>;

coefficiente di Poisson  $\nu = 0,15$ ;

peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato 25,00 kN/mc;

peso dell'unità di volume del calcestruzzo non armato 24,00 kN/mc;

### **3) Betoncino a base di malta fibrorinforzata, tissotropica**

classe C 35/45 ( $R_{cbK}$  45 N/mm<sup>2</sup>);

resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 25,5$  N/mm<sup>2</sup>;

resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctk} = 2,25$  N/mm<sup>2</sup>;

resistenza a trazione media per flessione:  $f_{cfm} = 3,85$  N/mm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità:  $E_c = 34077$  N/mm<sup>2</sup>;

modulo di elasticità tangenziale:  $G_c = 14198,81$  N/mm<sup>2</sup>;

coefficiente di Poisson  $\nu = 0,2$ ;

peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato 23,00 kN/mc;

### **4) Ancorante chimico bicomponente tipo Mapefix EP 470 Seismic**

Massa volumica dell'impasto (kg/m<sup>3</sup>): 1.41

Temperatura di applicazione permessa: da +5°C a +40°C

Resistenza a compressione (EN ISO 604): 80 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a flessione (EN ISO 178): 58 N/mm<sup>2</sup>

Modulo elastico (EN ISO 604): 8624 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza all'acqua (EN 12390-8): eccellente

### **5) Malta cementizia anticorrosiva tipo Mapefer**

Massa volumica dell'impasto (kg/m<sup>3</sup>): 1.850

pH dell'impasto: > 12,5

Temperatura di applicazione permessa: da +5°C a +35°C

Adesione al supporto (EN 1542) (MPa):  $\geq 2,0$

Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio (EN 15184):

specificata superata

Resistenza alla corrosione (EN 15183):

specificata superata

#### **6) Malta a ritiro compensato tipo Mapegrout tissotropico**

Caratteristiche meccaniche impiegando il 16% di acqua:

Resistenza a compressione (EN 12190) (MPa): >60 (a 28 gg)

Resistenza a flessione (EN 196/1) (MPa): > 8,5 (a 28 gg)

Adesione al supporto (MPa): > 2,0 (a 28 gg)

Modulo elastico a compressione (EN 13412) (GPa): 26 (a 28 gg)

Assorbimento capillare (kg/m<sup>2</sup>·h<sup>0,5</sup>) (EN 13057): < 0,20

#### **7) Primer per ripresa di getto tipo Eporip**

Modulo elastico in compressione (EN 13412) (N/mm<sup>2</sup>): 3.000

Coefficiente di dilatazione termica (misurato tra -25°C e +60°C) (EN 1770): 97 x 10<sup>-6</sup>K<sup>-1</sup>

Temperatura di transizione vetrosa (EN 12614): > +40°C

Durabilità (cicli di gelo/disgelo e caldo umido) (EN 13733):

– carico di taglio a compressione > della resistenza a trazione del calcestruzzo:  
specificata superata

– nessuna rottura provini in acciaio: specificata superata

Adesione calcestruzzo-acciaio (EN 1542) (N/mm<sup>2</sup>): > 3 (rottura del calcestruzzo)

Adesione al calcestruzzo (rottura nel calcestruzzo) (EN12636): specificata superata

Sensibilità all'acqua (rottura nel calcestruzzo) (EN 12636):

specificata superata

#### **8) Malta a ritiro compensato tipo Mapegrout colabile**

Caratteristiche meccaniche impiegando il 13% di acqua:

Resistenza a compressione (EN 12190) (MPa): > 75 (a28gg)

Resistenza a flessione (EN 196/1) (MPa): 12 (a 28 gg)

Modulo elastico a compressione (EN 13412) (GPa): 27 (a28gg)

Adesione al supporto (EN 1542) (MPa): > 2 (a 28 gg)

Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti (EN 13687/1)

misurata come adesione (EN1542) (MPa): > 2

Impermeabilità all'acqua- profondità di penetrazione - (EN12390/8) (mm): < 5

Consumo (per cm di spessore) (kg/m<sup>2</sup>): circa 21.

## **9. CARICHI E AZIONI**

Il Comune di Reggio Calabria (RC) attualmente è classificato in zona sismica categoria I, il sito è caratterizzato sulla base di una macrozonizzazione del territorio nazionale, in funzione della tipologia delle azioni da considerare, che impegnano le strutture nella loro vita utile.

Le categorie di azioni considerate sono:

- Pesi strutturali (G1);
- Carichi permanenti non strutturali (G2);
- Sovraccarichi accidentali (Q1);
- Azioni da vento
- Azioni da neve
- Azione sismica (E);

Combinati tramite seguente relazione generale:

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_1 + E$$

I coefficienti assunti sono quelli riportati e previsti nella tabella 2.5.I del D.M. 17/01/2018.

### **9.1 AZIONE SISMICA**

#### **9.1.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' DI BASE**

La Pericolosità sismica di base è determinata partendo dalle coordinate geografiche del sito in esame, in altre parole, Latitudine e Longitudine. Tale localizzazione all'interno del reticolo di riferimento, in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale, è necessaria per determinare i valori dei parametri sismici fondamentali, che consentono di calcolare l'azione sismica di progetto, come prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

In definitiva, i parametri utili per la caratterizzazione sismica del sito del presente progetto, vengono di seguito riportati in tabella:

Tipo di costruzione	Vita nominale	Classe d'uso	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Longitudine	Latitudine
2	V <sub>N</sub> = 50 anni	III	B	T1	15°38'48''	38°6'24''

L'edificio analizzato è ascrivibile al Tipo di Costruzione 2, con vita nominale VN= 50 anni e Classe d'uso III essendo destinato a funzioni pubbliche di "uffici aperti al pubblico", con coefficiente d'uso pari a 1,50. Si riportano di seguito i principali dati per la definizione delle azioni sismiche.

<b>Metodo di analisi</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
<b>Tipo di costruzione</b>	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
<b>V<sub>n</sub> 50</b>		
<b>Classe d'uso</b>	III	
<b>V<sub>r</sub> 75</b>		
<b>Tipo di analisi</b>	Lineare dinamica	
<b>Località</b>	Reggio Di Calabria; Latitudine ED50 38,1065° (38° 6' 24''; Longitudine ED50 15,6466° (15° 38' 48''); Altitudine s.l.m. 38,86 m.	
<b>Zona sismica</b>	Zona 1	
<b>Categoria del suolo</b>	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
<b>Categoria topografica</b>	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
<b>S<sub>s</sub> orizzontale SLO</b>	1.2	
<b>T<sub>b</sub> orizzontale SLO</b>	0.135	[s]
<b>T<sub>c</sub> orizzontale SLO</b>	0.404	[s]
<b>T<sub>d</sub> orizzontale SLO</b>	1.938	[s]
<b>S<sub>s</sub> orizzontale SLD</b>	1.2	
<b>T<sub>b</sub> orizzontale SLD</b>	0.14	[s]
<b>T<sub>c</sub> orizzontale SLD</b>	0.421	[s]

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

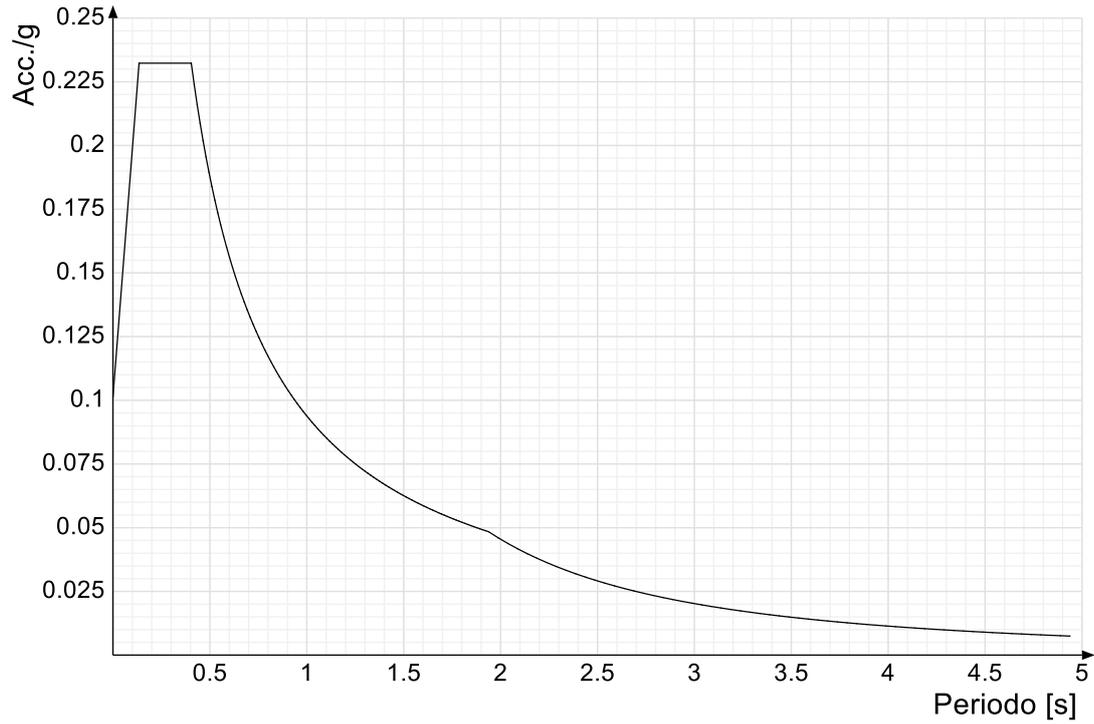
<b>Td orizzontale SLD</b>	2.046	[s]
<b>Ss orizzontale SLV</b>	1.0886	
<b>Tb orizzontale SLV</b>	0.168	[s]
<b>Tc orizzontale SLV</b>	0.504	[s]
<b>Td orizzontale SLV</b>	2.875	[s]
<b>Ss verticale</b>	1	
<b>Tb verticale</b>	0.05	[s]
<b>Tc verticale</b>	0.15	[s]
<b>Td verticale</b>	1	[s]
<b>PVr SLO (%)</b>	81	
<b>Tr SLO</b>	45.16	
<b>Ag/g SLO</b>	0.0845	
<b>Fo SLO</b>	2.291	
<b>Tc* SLO</b>	0.286	[s]
<b>PVr SLD (%)</b>	63	
<b>Tr SLD</b>	75.43	
<b>Ag/g SLD</b>	0.1114	
<b>Fo SLD</b>	2.283	
<b>Tc* SLD</b>	0.301	[s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10	
<b>Tr SLV</b>	711.84	
<b>Ag/g SLV</b>	0.3186	
<b>Fo SLV</b>	2.443	
<b>Tc* SLV</b>	0.377	[s]
<b>Smorzamento viscoso (%)</b>	5	
<b>Classe di duttilità</b>	CD"B"	
<b>Rotazione del sisma</b>	0	[deg]
<b>Quota dello '0' sismico</b>	-3.1	[m]
<b>Regolarità in pianta</b>	Si	
<b>Regolarità in elevazione</b>	No	

<b>Edificio C.A.</b>	Si	
<b>Tipologia C.A.</b>	Strutture a telaio $q_0=3.0*\alpha/\alpha_1$	
<b><math>\alpha/\alpha_1</math> C.A.</b> più campate $\alpha/\alpha_1=1.3$	Strutture a telaio con più piani e	
<b>Edificio esistente</b>	Si	
<b>T1,x</b>	0.35971	[s]
<b>T1,y</b>	0.39198	[s]
<b><math>\lambda</math> SLO,x</b>	0.85	
<b><math>\lambda</math> SLO,y</b>	0.85	
<b><math>\lambda</math> SLD,x</b>	0.85	
<b><math>\lambda</math> SLD,y</b>	0.85	
<b><math>\lambda</math> SLV,x</b>	0.85	
<b><math>\lambda</math> SLV,y</b>	0.85	
<b>Numero modi</b>	15	
<b>Metodo di Ritz</b>	applicato	
<b>Limite spostamenti interpiano</b>	0.0033	
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD X</b>	1.5	
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD Y</b>	1.5	
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV X</b>	2	
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV Y</b>	2	

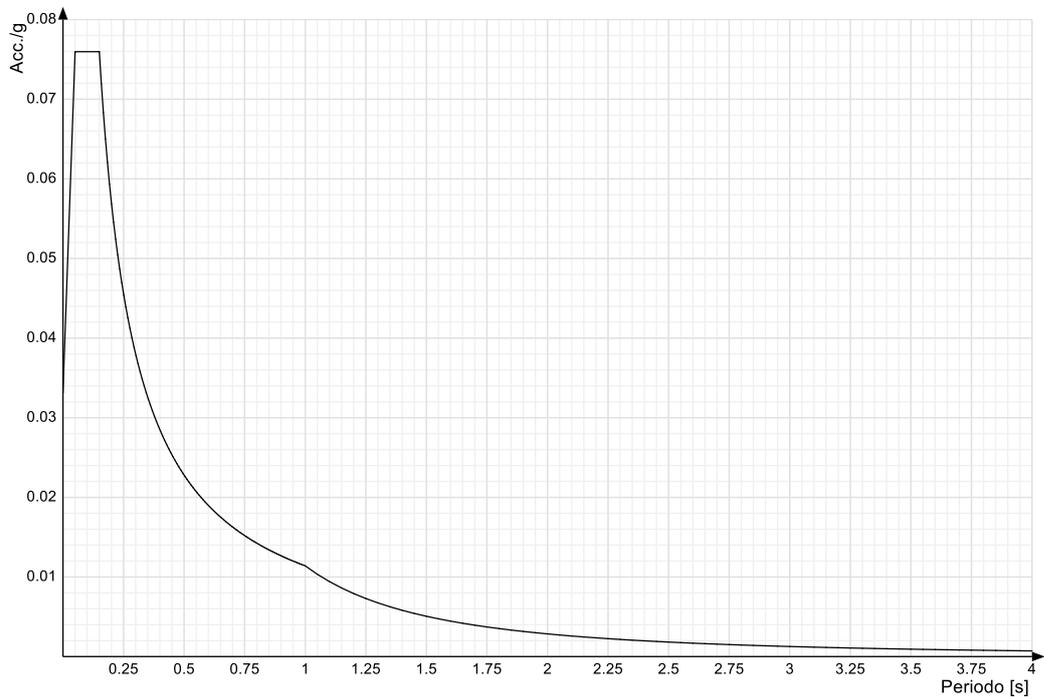
### Spettri D.M. 17-01-18

*Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.  
Periodo: Periodo di vibrazione.*

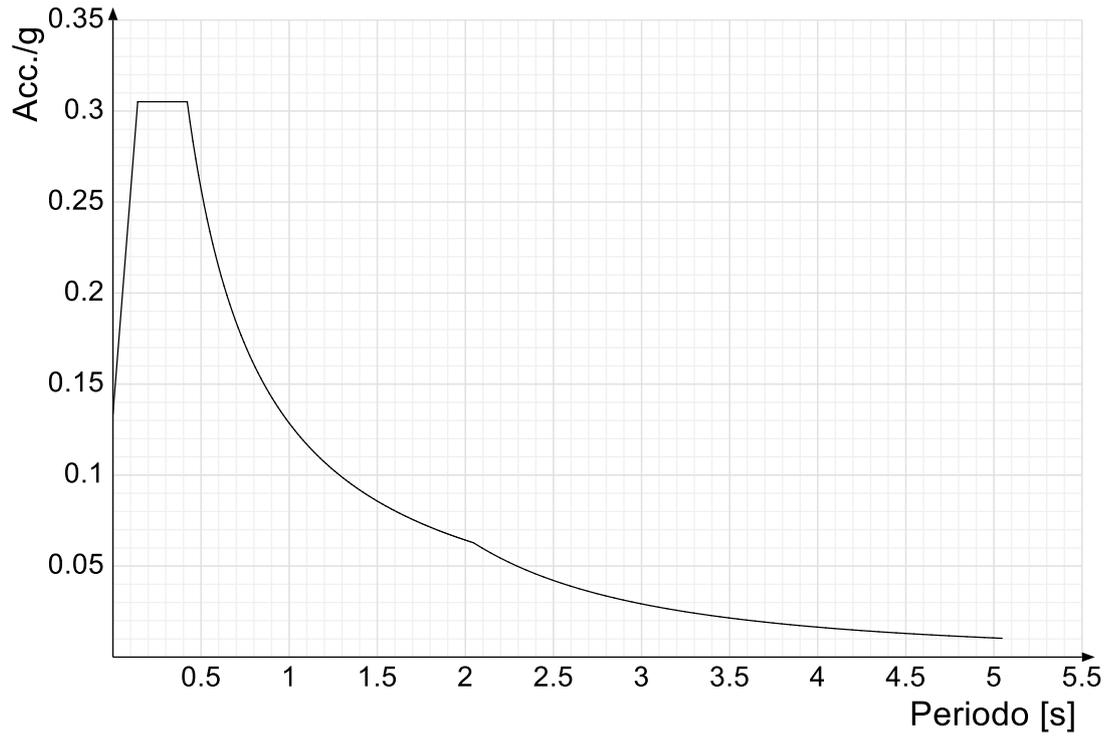
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



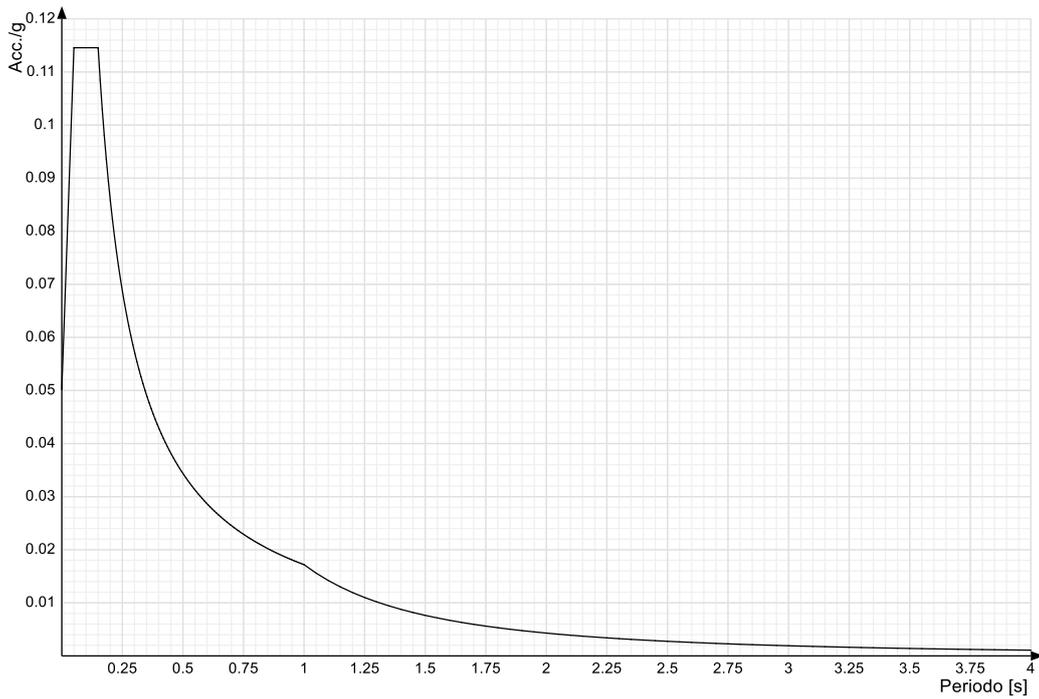
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



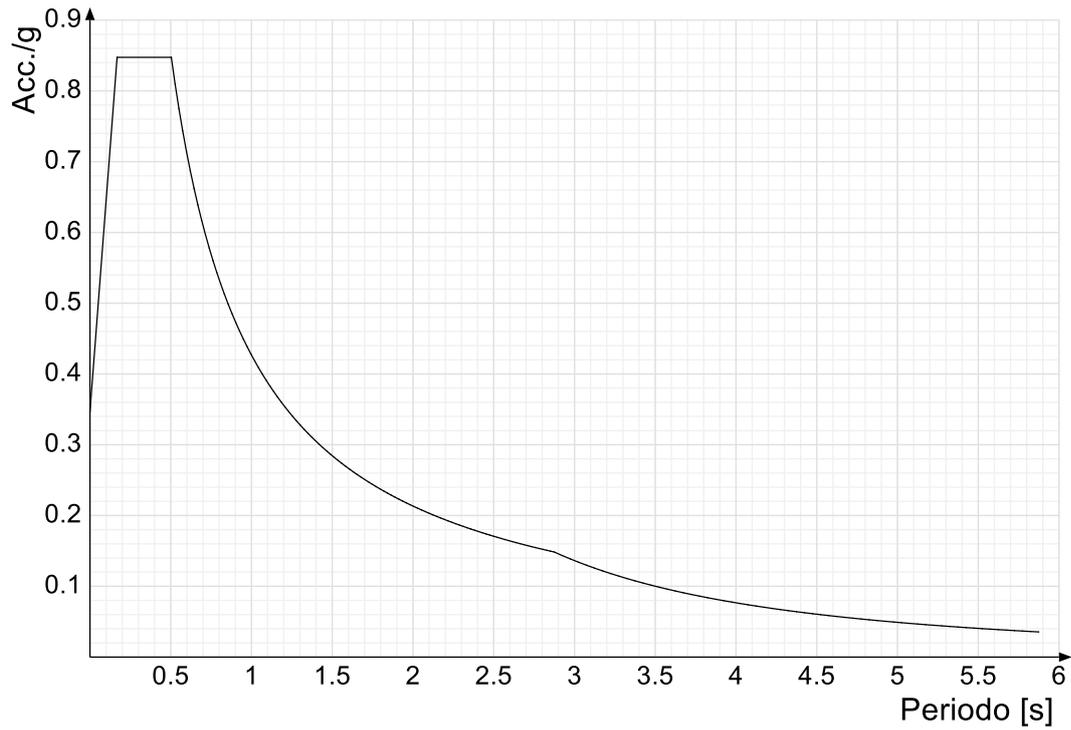
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



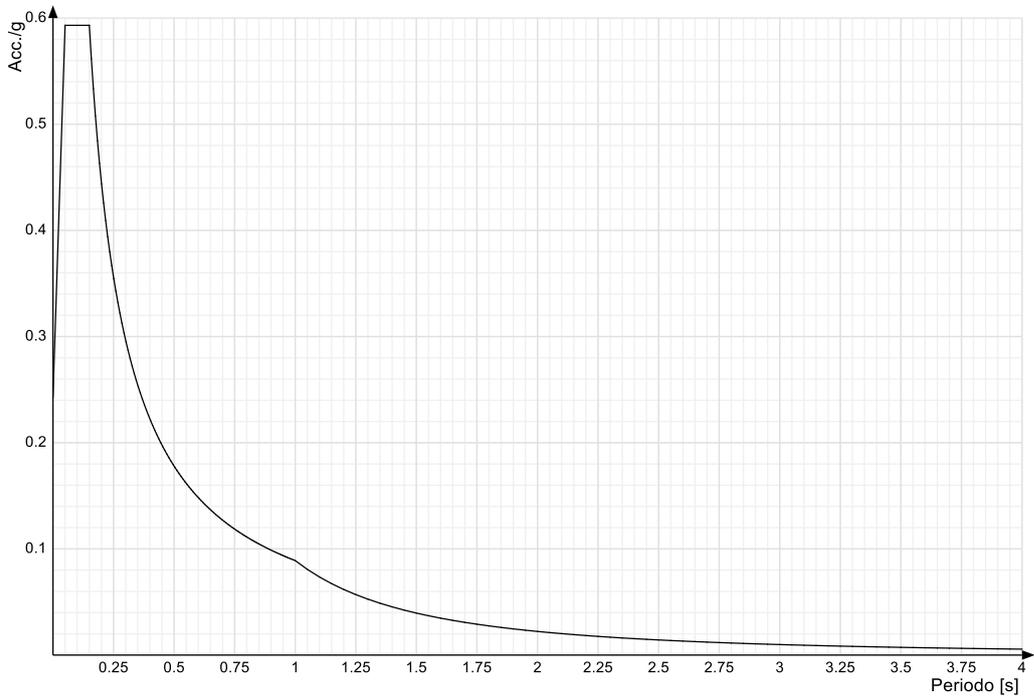
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



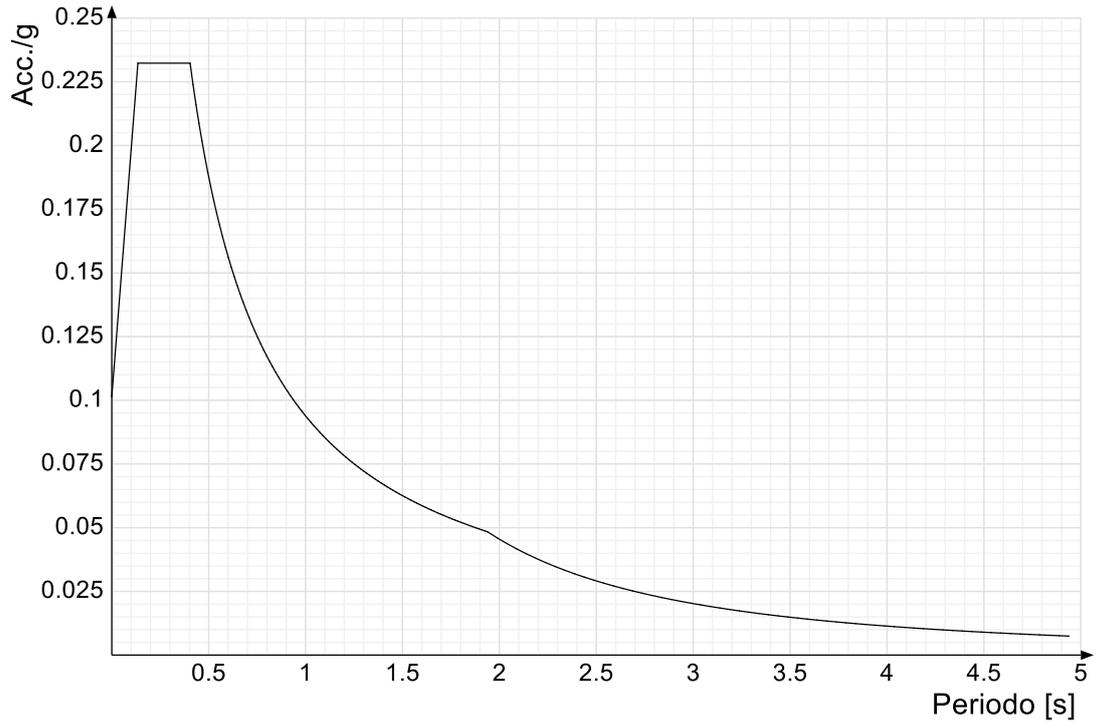
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



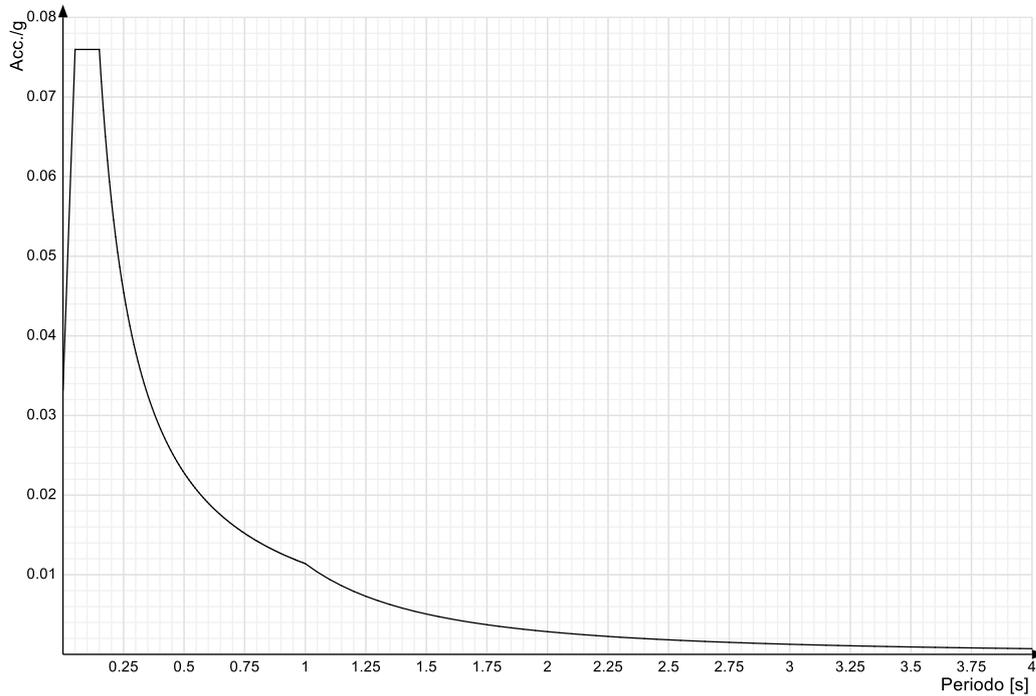
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



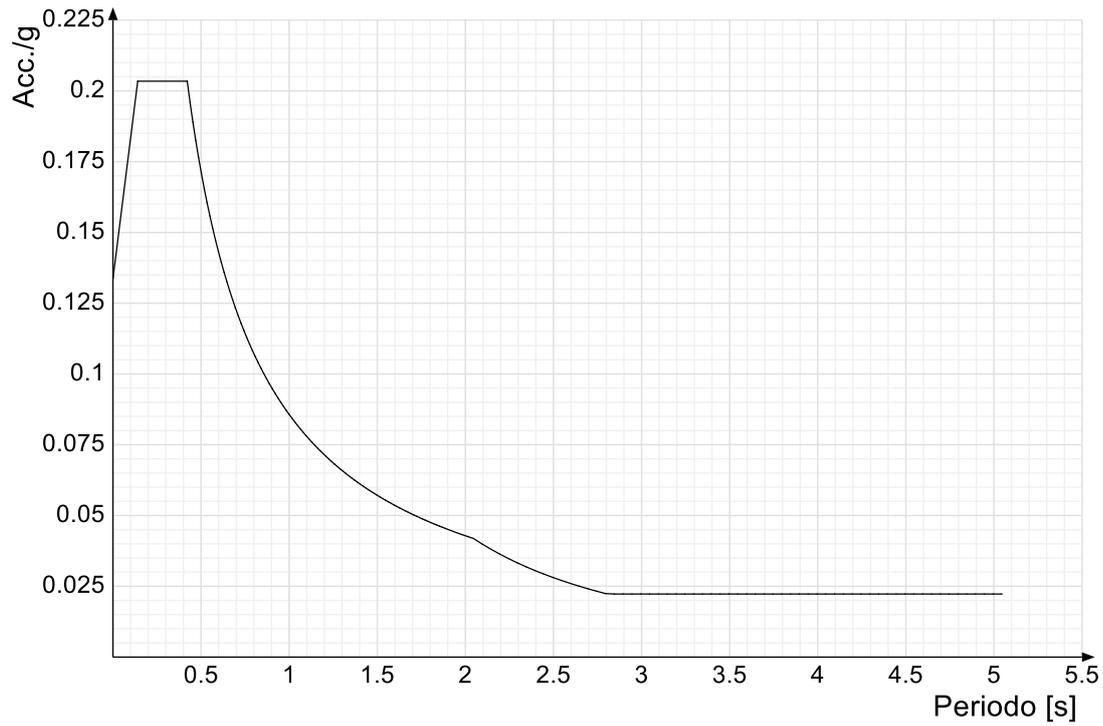
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



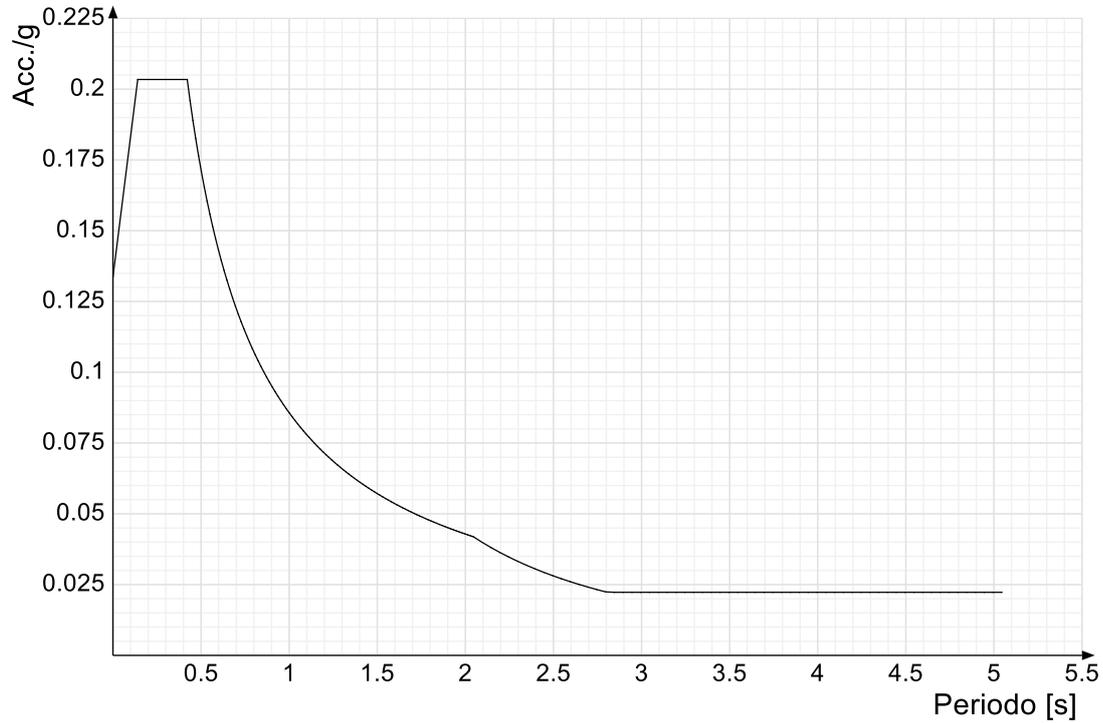
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4



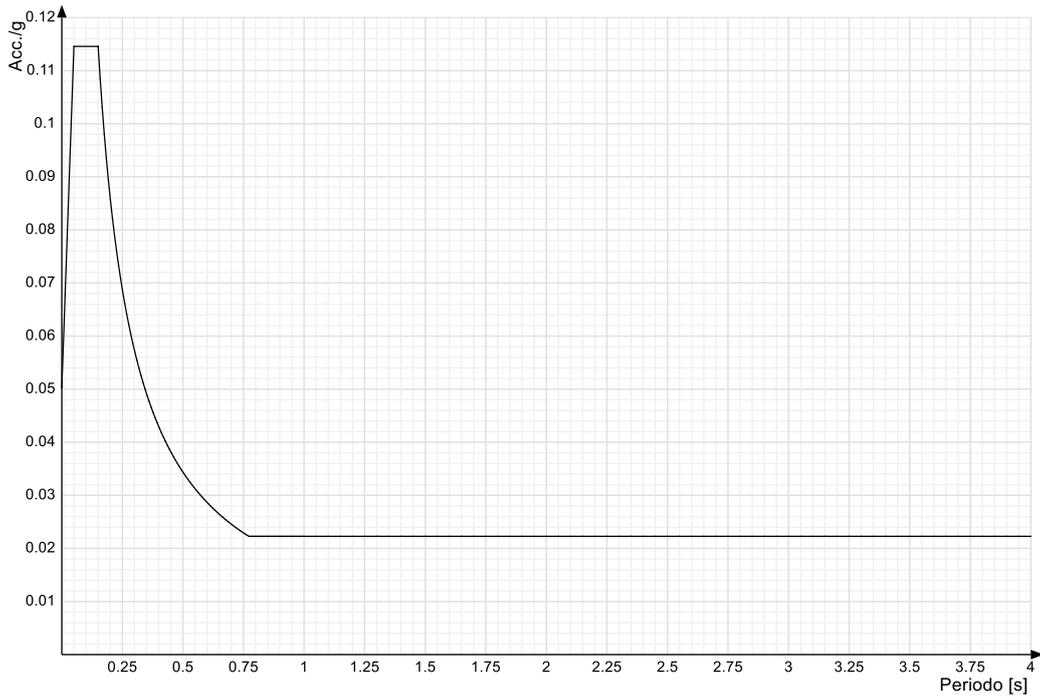
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



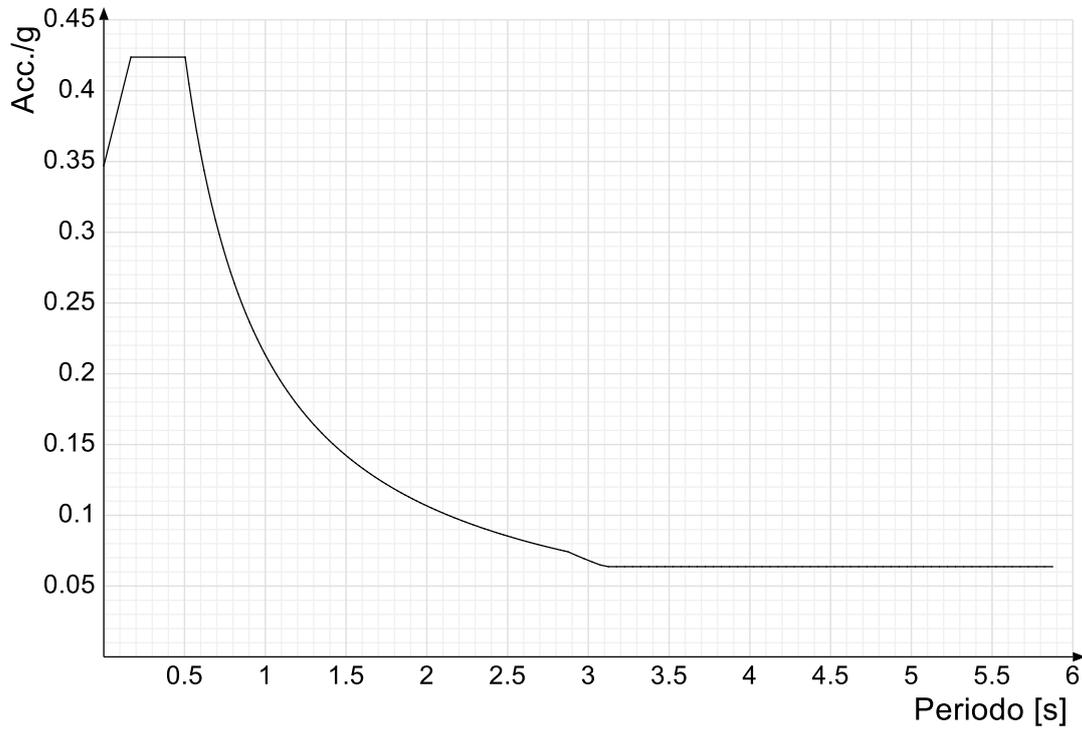
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



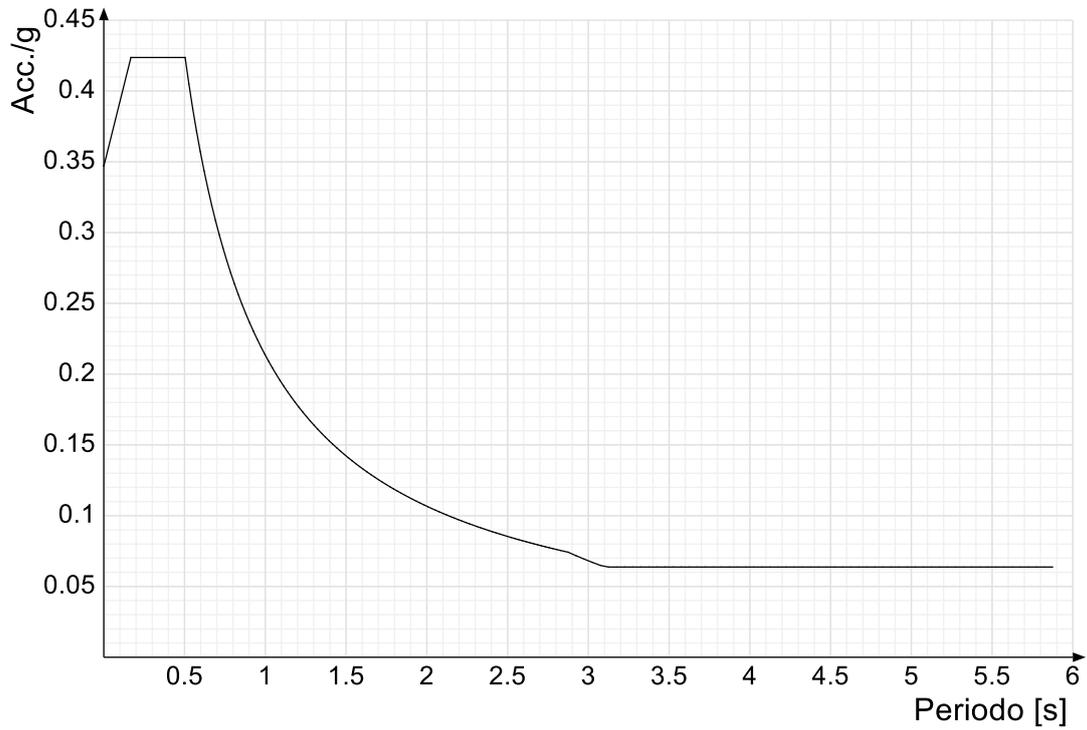
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5



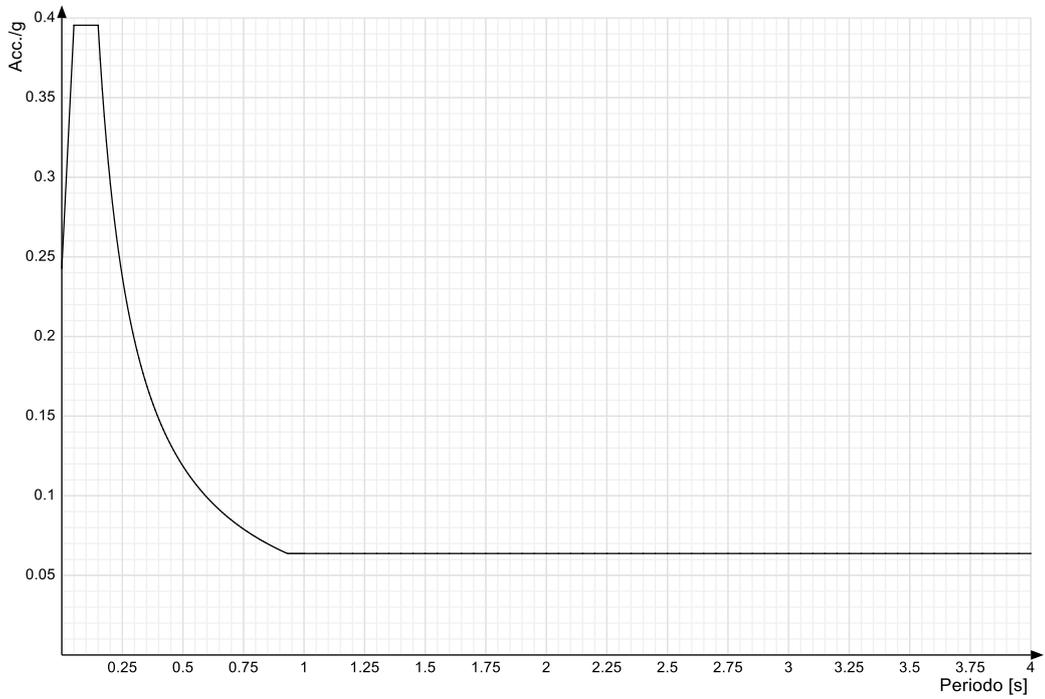
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

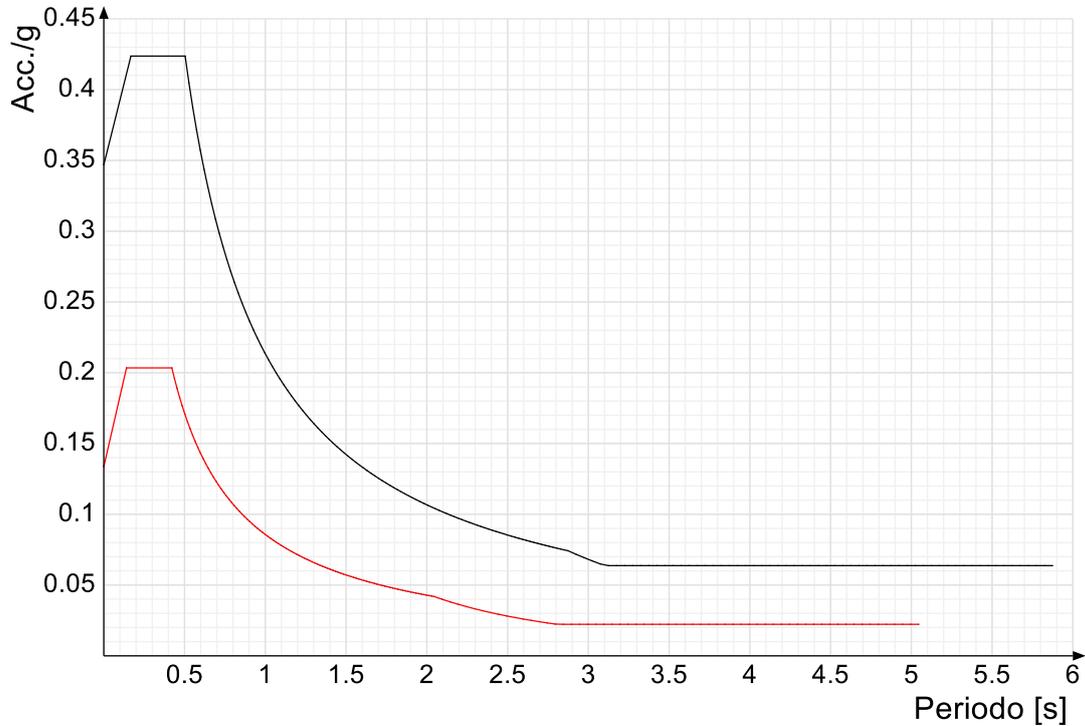


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5

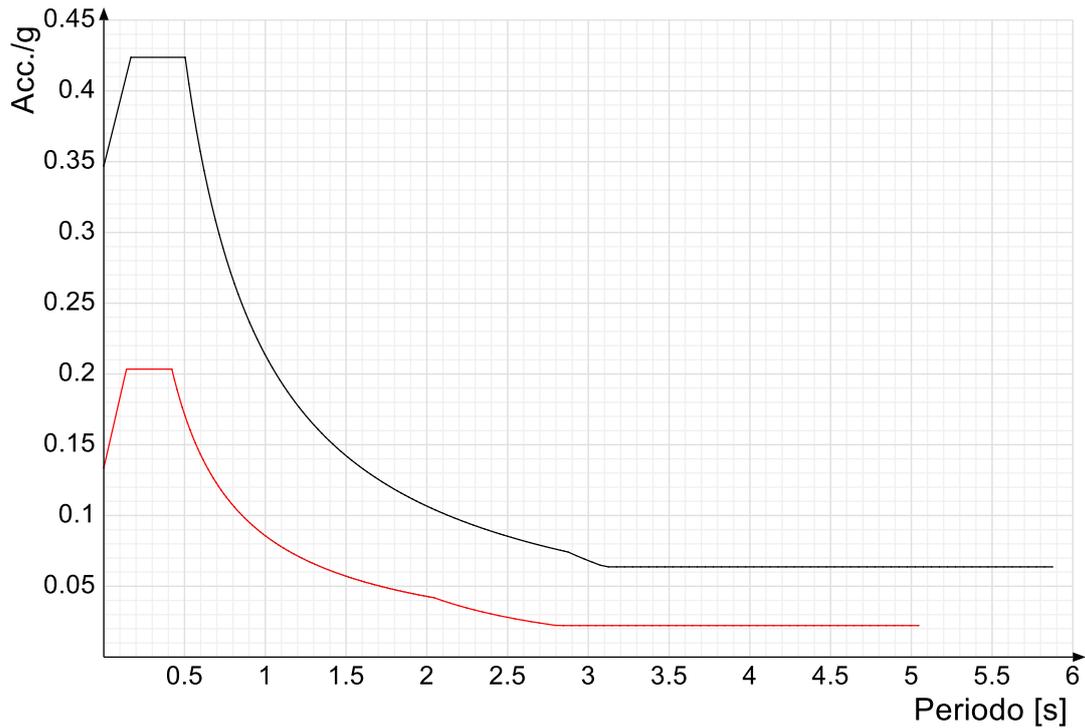


### Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



## 9.2 CARICHI GRAVITAZIONALI

I carichi gravitazionali, pesi propri e sovraccarichi sono stati determinati dall'analisi delle stratigrafie esistenti ed alla destinazione degli ambienti. In Tabella sono riassunti i valori utilizzati.

SOVRACCARICHI SOLETTA DI COPERTURA					
n.	tipo	des	$\gamma$	s	gk
-	-	-	KN/mc	m	KN/mq
1	G2k	guaina	7	0,02	0,14
2		ripartizione	14	0,03	0,42
3	G2k	massetto	16	0,05	0,8
4	G2k	intonaco	14	0,02	0,28
<b>TOT</b>					<b>1,64</b>

SOVRACCARICHI SOLETTA INTERMEDIA					
n.	tipo	des	$\gamma$	s	gk
-	-	-	KN/mc	m	KN/mq
1	G2k	pavimento	20	0,01	0,2
2		massetto	14	0,03	0,42
3	G2k	sottofondo	16	0,05	0,8
4	G2k	intonaco	14	0,02	0,28
<b>TOT</b>					<b>1,7</b>

CARICHI LINEARI SCALA								
n.	tipo	des	$\gamma$	s	gk	b	Qk	Mt
-	-	-	KN/mc	m	KN/mq	m	KN/m	KN m/m
1	G1k	rampante	25	0,15	3,75	1,5	5,625	
				<b>TOT G1K</b>	<b>3,75</b>		5,625	<b>4,21875</b>
1	G2k	pavimento	20	0,02	0,4		0,6	0,45
2	G2k	massetto	16	0,03	0,48		0,72	0,54
3	G2k	intonaco	14	0,02	0,28		0,42	0,315
				<b>TOT G2K</b>	<b>1,16</b>		<b>1,74</b>	<b>1,305</b>
1	Qk	accidentali		<b>TOT QK</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>4,5</b>

CARICHI LINEARI SBALZI								
n.	tipo	des	$\gamma$	s	gk	b	Qk	Mt
-	-	-	KN/mc	m	KN/mq	m	KN/m	KN m/m
1	G1k	soletta	25	0,07	1,75	1	1,75	
				<b>TOT G1K</b>	<b>1,75</b>		1,75	<b>0,875</b>
1	G2k	pavimento	20	0,01	0,2		0,2	0,1
2	G2k	massetto	14	0,03	0,42		0,42	0,21
3	G2k	sottofondo	16	0,03	0,48		0,48	0,24
4	G2K	pignatte			0,6		0,6	0,3
	G2K	tamponatura						
5	G2k	intonaco	14	0,02	0,28	0,28	0,14	
				<b>TOT G2K</b>	<b>1,98</b>	<b>1,98</b>	<b>0,99</b>	
1	Qk	accidentali		<b>TOT QK</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	

### 9.3 AZIONE DEL VENTO

La pressione cinetica di riferimento, in N/m<sup>2</sup>, è data da:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove:

$v_b$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 daN/m<sup>3</sup>.

Si ha inoltre:

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove:

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione:

$$c_e(z) = k^2 c_t \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \left[ 7 + C_t \ln \frac{z}{z_0} \right] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

$c_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

$c_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Zona	Zona 4	
Rugosità	B	
Categoria esposizione	III	
$V_b$	28	[m/s]
$C_t$	1	
$q_b$	0.491	[kN/m <sup>2</sup> ]

#### 9.4 AZIONE DELLA NEVE

Il carico provocato dalla neve sulla copertura è stato valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

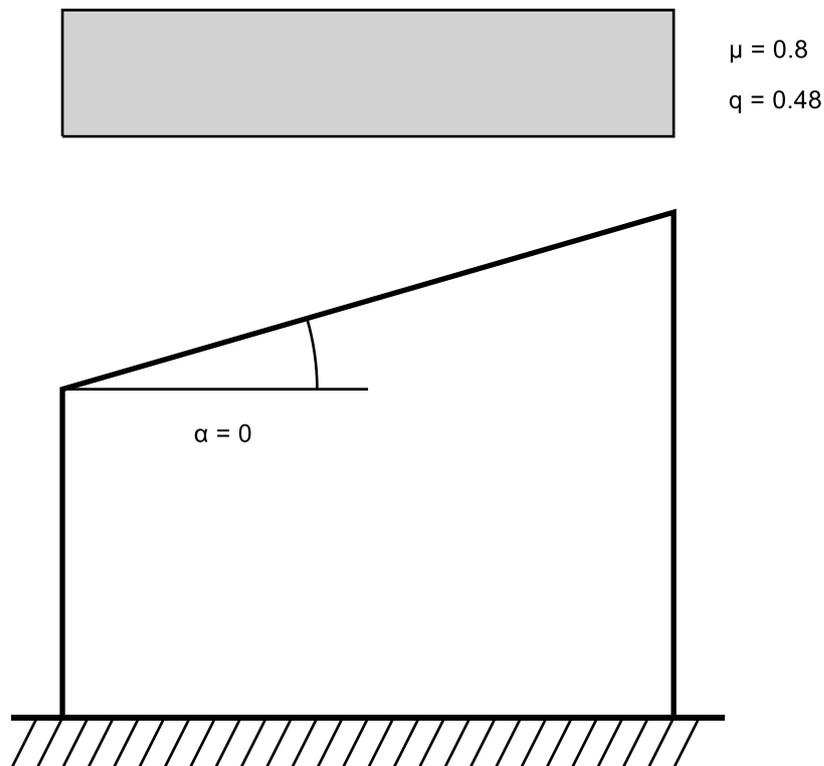
$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;

$q_{sk}$  valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione;

CT è il coefficiente termico.

Zona	Zona III
Classe topografica	Normale
Ce 1	
Ct 1	
qsk0.6	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\alpha$ 0	[deg]
$\mu$ 0.8	
q 0.48	[kN/m <sup>2</sup> ]



## 9.5 CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**I/II:** descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

**Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**Psi0:** coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

**Psi1:** coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

**Psi2:** coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

**Var.segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente	0	0	0	
Permanententi portati	Port.	Permanente	0	0	0	
Variabile A	Variabile B	Media	0.7	0.5	0.3	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Variabile H	Variabile H	Media	0	0	0	
AT	AT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV		0	0	0	
Sisma Y SLV	Y SLV		0	0	0	
Sisma Z SLV	Z SLV		0	0	0	
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV		0	0	0	
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV		0	0	0	
Sisma X SLD	X SLD		0	0	0	
Sisma Y SLD	Y SLD		0	0	0	
Sisma Z SLD	Z SLD		0	0	0	
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD		0	0	0	
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD		0	0	0	
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV		0	0	0	
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV		0	0	0	
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV		0	0	0	
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD		0	0	0	
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD		0	0	0	
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD		0	0	0	
Rig. Ux	R Ux		0	0	0	
Rig. Uy	R Uy		0	0	0	
Rig. Rz	R Rz		0	0	0	

## 9.6 COMBINAZIONI DI CARICO

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

### Famiglia SLU

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	AT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0.75	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	0	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.05	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0.8	1.05	0.75	1.5	0
7	SLU 7	1	0.8	1.05	1.5	0	0
8	SLU 8	1	0.8	1.5	0	0	0
9	SLU 9	1	0.8	1.5	0.75	0	0
10	SLU 10	1	1.5	0	0	0	0
11	SLU 11	1	1.5	0	0	1.5	0
12	SLU 12	1	1.5	0	0.75	1.5	0
13	SLU 13	1	1.5	0	1.5	0	0
14	SLU 14	1	1.5	1.05	0	1.5	0
15	SLU 15	1	1.5	1.05	0.75	1.5	0
16	SLU 16	1	1.5	1.05	1.5	0	0
17	SLU 17	1	1.5	1.5	0	0	0
18	SLU 18	1	1.5	1.5	0.75	0	0
19	SLU 19	1.3	0.8	0	0	0	0
20	SLU 20	1.3	0.8	0	0	1.5	0
21	SLU 21	1.3	0.8	0	0.75	1.5	0
22	SLU 22	1.3	0.8	0	1.5	0	0
23	SLU 23	1.3	0.8	1.05	0	1.5	0
24	SLU 24	1.3	0.8	1.05	0.75	1.5	0
25	SLU 25	1.3	0.8	1.05	1.5	0	0
26	SLU 26	1.3	0.8	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0
28	SLU 28	1.3	1.5	0	0	0	0
29	SLU 29	1.3	1.5	0	0	1.5	0
30	SLU 30	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0
31	SLU 31	1.3	1.5	0	1.5	0	0
32	SLU 32	1.3	1.5	1.05	0	1.5	0
33	SLU 33	1.3	1.5	1.05	0.75	1.5	0
34	SLU 34	1.3	1.5	1.05	1.5	0	0
35	SLU 35	1.3	1.5	1.5	0	0	0
36	SLU 36	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0

### Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	AT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT
3	SLE RA 3	1	1	0	0.5	1	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0.7	0	1	0
6	SLE RA 6	1	1	0.7	0.5	1	0
7	SLE RA 7	1	1	0.7	1	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	0.5	0	0

**Famiglia SLE frequente**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.2	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0.3	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0.5	0	0	0

**Famiglia SLE quasi permanente**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.3	0	0	0

**Famiglia SLO**

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0.3	0	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0.3	0	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0.3	0	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0.3	0	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0.3	0	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0.3	0	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0.3	0	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0.3	0	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0.3	0	0	0	1
14	SLO 14	1	1	0.3	0	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0.3	0	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0.3	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLD**

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0.3	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0.3	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0.3	0	0	0	-1
4	SLD 4	1	1	0.3	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0.3	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0.3	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0.3	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0.3	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0.3	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0.3	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0.3	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0.3	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLV**

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0.3	0	0	0	-1
2	SLV 2	1	1	0.3	0	0	0	-1
3	SLV 3	1	1	0.3	0	0	0	-1
4	SLV 4	1	1	0.3	0	0	0	-1
5	SLV 5	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0.3	0	0	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0.3	0	0	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0.3	0	0	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0.3	0	0	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0.3	0	0	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0.3	0	0	0	1
14	SLV 14	1	1	0.3	0	0	0	1
15	SLV 15	1	1	0.3	0	0	0	1
16	SLV 16	1	1	0.3	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLV fondazioni**

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile H	ΔT	X SLV
1	SLV FO 1	1	1	0.3	0	0	0	-1.1
2	SLV FO 2	1	1	0.3	0	0	0	-1.1
3	SLV FO 3	1	1	0.3	0	0	0	-1.1
4	SLV FO 4	1	1	0.3	0	0	0	-1.1
5	SLV FO 5	1	1	0.3	0	0	0	-0.33
6	SLV FO 6	1	1	0.3	0	0	0	-0.33
7	SLV FO 7	1	1	0.3	0	0	0	-0.33
8	SLV FO 8	1	1	0.3	0	0	0	-0.33
9	SLV FO 9	1	1	0.3	0	0	0	0.33
10	SLV FO 10	1	1	0.3	0	0	0	0.33
11	SLV FO 11	1	1	0.3	0	0	0	0.33
12	SLV FO 12	1	1	0.3	0	0	0	0.33
13	SLV FO 13	1	1	0.3	0	0	0	1.1
14	SLV FO 14	1	1	0.3	0	0	0	1.1
15	SLV FO 15	1	1	0.3	0	0	0	1.1
16	SLV FO 16	1	1	0.3	0	0	0	1.1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV FO 1	-0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0
2	SLV FO 2	-0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0
3	SLV FO 3	0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0
4	SLV FO 4	0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0
5	SLV FO 5	-1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0
6	SLV FO 6	-1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0
7	SLV FO 7	1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0
8	SLV FO 8	1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0
9	SLV FO 9	-1.1	0	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0
10	SLV FO 10	-1.1	0	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0
11	SLV FO 11	1.1	0	-0.33	1.1	0.33	1.1	0
12	SLV FO 12	1.1	0	0.33	-1.1	0.33	1.1	0
13	SLV FO 13	-0.33	0	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0
14	SLV FO 14	-0.33	0	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0
15	SLV FO 15	0.33	0	-1.1	0.33	1.1	0.33	0
16	SLV FO 16	0.33	0	1.1	-0.33	1.1	0.33	0

## **10 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DELLA STRUTTURA**

La Circ.Min.02/02/2009 n.617 al § C.8.4.2 prescrive la verifica obbligatoria della sicurezza per edifici esistenti, secondo quanto riportato nel § 8.3 delle NTC 18, con l'obiettivo di determinare l'entità massima delle sollecitazioni sopportabili dalla struttura, nelle condizioni prescritte, confrontandole con quelle richieste dalle combinazioni di progetto.

Ad ogni modo la valutazione del livello di sicurezza della struttura deve essere necessariamente effettuata tramite una verifica globale della struttura nel suo insieme ed una verifica locale relativa ai possibili meccanismi di collasso.

I modelli di calcolo utilizzati per le analisi della struttura sono quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17.01.2018 ai § 7.3 e § 7.8.1.5 ed in particolare:

- Analisi dinamica lineare con spettro di risposta, così come specificato nel § C.8.7.2.4 della Circ.Min.02/02/2009 n.617 ;

I criteri adottati nelle verifiche di resistenza sono quelli riportati nei § 7.8.2.2 e 8.7.1.5 delle NTC 18 e nei §C7.2.5, §C8A.7.3 della Circ.Min.02/02/2009 n.617.

## **11 ANALISI E VERIFICA DEGLI INTERVENTI**

### **11.1 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA**

Il dimensionamento degli elementi è stato eseguito per resistenza, utilizzando come parametri la mancata capacità degli elementi strutturali di soddisfare le sollecitazioni richieste. In particolare, la dimensione dei nuovi elementi è stata determinata controllando che la resistenza delle strutture fosse in ogni punto compatibile con le sollecitazioni richieste. Dalle analisi eseguite e descritte di seguito sono state selezionate ed individuate le seguenti dimensioni:

- Platea di fondazione si spessore pari a 70 cm;
- Ringrosso travi emergenti per almeno 5 cm a lato;
- Ringrossi di travi a spessore, travi a T di anima 60 cm
- Ringrosso di pilastri per almeno 10 cm a lato.
- 

### **11.2 MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI**

La modellazione della struttura, nell'ottica di un'analisi globale, è stata eseguita tramite un software agli elementi finiti, SISMICAD 12.13 FULL., dedicato all'analisi e alla verifica di strutture in calcestruzzo armato con particolare riferimento alle strutture esistenti.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

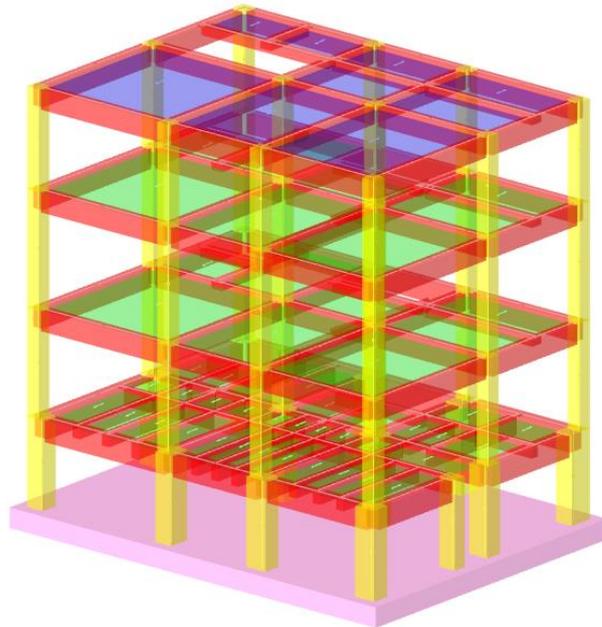
Le specifiche tecniche del software sono contenute nei fascicoli dei calcoli.

#### **11.2.1 GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DEL MODELLO**

La geometria tridimensionale del modello corrisponde allo stato attuale dell'edificio, sia per le parti fuori terra sia per quelle interrate. La geometria delle strutture è stata modellata lungo la linea d'asse. Gli implacati costituiti dai solai esistenti, sono considerati infinitamente rigidi nel loro piano. Le scale, e gli sbalzi sono stati considerati come carichi agenti sulla struttura in esame.

La definizione delle quote nel modello tiene conto della presenza di orizzontamenti a livelli sfalsati. Le fondazioni sono modellate come elementi elastici su suolo elastico alla Winckler.

La numerazione dei fili fissi relativi ai ritzi è congruente con quella eseguita nel rilievo strutturale.



**Figura 3: Modello geometrico**

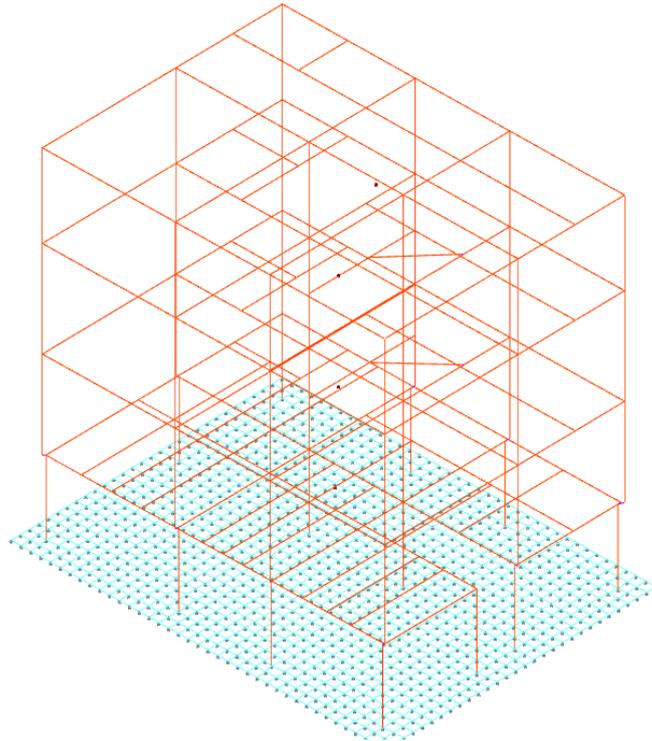


Figura 4: Modello FEM

### 11.3 ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA

Le azioni sismiche sono simulate con analisi lineare dinamica modale con spettro di risposta.

**Il coefficiente di struttura per i meccanismi duttili, in entrambe le direzioni, è stato considerato pari ad 2,00, poiché si sono ritenute molto contenute in tal caso le risorse di duttilità della struttura. Ai sensi di quanto prescritto dalla Norma il fattore di struttura per i meccanismi fragili è stato invece impostato da 1,5.**

#### 11.3.1 RISPOSTA DI SPETTRO

Con riferimento agli spettri individuati nel § 9.1.1. della presente si riporta di seguito la risposta strutturale.

**F<sub>x</sub>**: componente della forza lungo l'asse X. [kN]

**F<sub>y</sub>**: componente della forza lungo l'asse Y. [kN]

**F<sub>z</sub>**: componente della forza lungo l'asse Z. [kN]

**M<sub>x</sub>**: componente della coppia attorno all'asse X. [kN\*m]

**My:** componente della coppia attorno all'asse Y. [kN\*m]

**Mz:** componente della coppia attorno all'asse Z. [kN\*m]

**Max X:** massima reazione lungo l'asse X.

**Valore:** valore massimo della reazione. [kN]

**Max Y:** massima reazione lungo l'asse Y.

**Valore:** valore massimo della reazione. [kN]

Spettro	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Max X		Max Y	
							Valore	Angolo	Valore	Angolo
X SLV	1862.1419	5.1075	0	22.78542	1.348E04	8.969E03	1862.1419	0	1869.707	90
Y SLV	5.1075	1869.707	0	1.355E04	28.67695	1.329E04	1862.1419	0	1869.707	90
X SLD	892.7165	2.3598	0	10.635802	6.472E03	4.300E03	892.7165	0	896.6166	90
Y SLD	2.3598	896.6166	0	6.506E03	13.470708	6.375E03	892.7165	0	896.6166	90
X SLO	1016.87	2.5584	0	11.74129	7.389E03	4.897E03	1016.87	0	1021.6756	90
Y SLO	2.5584	1021.6756	0	7.428E03	14.976608	7.263E03	1016.87	0	1021.6756	90

## 11.4 RISULTATI NUMERICI

Per i dati sulle caratteristiche dei modelli nonché i risultati dei calcoli e delle verifiche puntuali, si rimanda alla lettura dei tabulati presenti nei fascicoli di calcolo. Di seguito si riporta un quadro sinottico dei principali risultati.

### 11.4.1 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le sollecitazioni estreme registrate nelle cinque aste più sollecitate.

**X:** componente X della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Y:** componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Soll.traslazionale:** componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

**F1:** componente F1 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F2:** componente F2 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F3:** componente F3 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**Soll.rotazionale:** componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

**M1:** componente M1 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M2:** componente M2 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M3:** componente M3 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
113	SLU 27	1	5.38	5.6	-3.1	-1215.05	2.13	-1.77	0.0021	-17.8443	-15.3459
3	SLV FO 8	1	5.38	9.92	-3.1	-1203.86	58.98	33.95	-0.1216	-86.8724	206.3546
7	SLU 27	1	9.25	5.6	-3.1	-1129.99	2.28	-4.73	0.0029	21.4661	-17.8111
11	SLV FO 6	1	5.38	0.07	-3.1	-1020.16	-121.17	91.71	-0.0152	-178.4036	-246.9631
9	SLV FO 1	1	0.05	5.6	-3.1	-1012.07	-119.71	90.92	0.0115	-175.0412	-216.0443

Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
11	Y SLV	1	5.38	0.07	-3.1	372.19	166.05	12.18	-0.0254	-11.2334	351.7691
9	X SLV	1	0.05	5.6	-3.1	371.18	14.67	-104.67	0.0337	227.4658	25.2771
8	Y SLV	1	9.26	0	-3.1	353.62	123.92	7.71	-0.0306	-14.8568	254.6317
6	Y SLV	1	13.82	0	-3.1	337.14	91.72	-35.95	-0.0344	66.9554	195.91
2	Y SLV	1	0	0	-3.1	331.63	114.19	42.55	-0.0106	-82.227	226.179

Sollecitazioni con momento M2 minimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
8	SLV FO 4	1	9.26	0	-3.1	-239.01	53.45	294.66	-0.0207	-498.8007	126.2459
11	SLV FO 4	1	5.38	0.07	-3.1	-615.8	132.97	280.06	-0.0167	-489.005	288.7221
7	SLV FO 3	1	9.25	5.6	-3.1	-544.82	93.7	285.83	-0.0028	-484.1867	149.3561
3	SLV FO 1	1	5.38	9.92	-3.1	-491.85	-111.46	254.53	0.0164	-458.4479	-219.1848
47	SLV FO 2	1	9.26	-0.08	0	-334.16	-47.71	210.22	-0.0601	-400.1777	-102.129

Sollecitazioni con momento M2 massimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
8	SLV FO 13	1	9.26	0	-3.1	-735.56	7.84	-304.06	0.0229	531.5777	33.8389
7	SLV FO 14	1	9.25	5.6	-3.1	-976.92	-90.04	-291.22	0.0062	511.0793	-171.4491
11	SLV FO 13	1	5.38	0.07	-3.1	-488.24	-42.57	-270.61	0.0212	450.9583	-73.4248
4	SLV FO 16	1	9.25	9.92	-3.1	-751.11	-28.97	-235.49	-0.013	415.1094	-28.7539
3	SLV FO 16	1	5.38	9.92	-3.1	-478.89	20.54	-245.46	-0.0122	413.9901	61.2387

Sollecitazioni con momento M3 minimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
30	SLV FO 10	31	13.89	5.6	0	0	251.75	0	-0.3878	0	-515.6697
9	SLV FO 5	1	0.05	5.6	-3.1	-772.99	-291.07	12.21	0.0583	-2.412	-515.5405
104	SLV FO 9	31	5.38	0.07	0	0	196.11	0	-0.1513	0	-504.549
7	SLV FO 10	1	9.25	5.6	-3.1	-919.82	-277.11	-98.64	-0.0109	176.3346	-497.7716
29	SLV FO 7	1	13.89	9.92	0	0	-250.79	0	0.0259	0	-492.1113

Sollecitazioni con momento M3 massimo

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
11	SLV FO 8	1	5.38	0.07	-3.1	-201.35	244.15	118.52	-0.0712	-203.117	526.9288
9	SLV FO 12	1	0.05	5.6	-3.1	-376.85	283.22	-62.81	-0.0551	156.4642	485.6878
7	SLV FO 7	1	9.25	5.6	-3.1	-601.92	280.77	93.24	0.0144	-149.442	475.6785
214	SLV FO 11	31	13.89	0	0	0	-173.98	0	-0.0607	0	467.4118
30	SLV FO 7	31	13.89	5.6	0	0	-193.77	0	-0.0469	0	464.8841

## 11.4.2 SOLLECITAZIONI GUSCI NON VERTICALI

12 *Shell*: elemento guscio a cui si riferiscono le sollecitazioni.

**Ind**: indice del guscio.

**Cont.**: contesto a cui si riferiscono le sollecitazioni.

**N.br.**: nome breve della condizione o combinazione di carico.

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

**Nodo:** nodo su cui si basa il guscio a cui si riferisce la sollecitazione.

**Ind:** indice del nodo.

**Sollecitazione:** valori della sollecitazione.

**Mxx:** componente Mxx della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN\*m/m]

**Mxy:** componente Mxy della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN\*m/m]

**Myy:** componente Myy della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN\*m/m]

**Fxx:** componente Fxx della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN/m]

**Fxy:** componente Fxy della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN/m]

**Fyy:** componente Fyy della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN/m]

**Vx:** componente Vo della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN/m]

**Vy:** componente Vz della sollecitazione del guscio nel nodo indicato. [kN/m]

Sollecitazioni con momento Mxx minimo

Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione										
			Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
379	SLV FO 15	85				-1118.93	-370.16	-329.94	468	139	73	4899	2148
393	X SLV	633				-964.13	-266.27	48.33	363	124	-45	3539	440
394	X SLV	633				-921.47	257.09	12.18	344	-121	-28	3092	-677
640	SLV FO 4	122				-865.33	293.53	-464.63	362	-131	146	-2908	1966
380	SLV FO 13	85				-851.1	333.2	192.13	372	-169	-40	2659	-293

Sollecitazioni con momento Mxx massimo

Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione										
			Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
379	SLV FO 2	85				1353.03	280.86	205.86	-466	-113	6	-5328	-1460
393	SLV FO 1	633				1301.05	337.21	506.84	-394	-161	-75	-4643	-2174
394	SLV FO 3	633				1256.78	-319.74	465.01	-386	161	-109	-4141	2123
670	SLV FO 2	122				1170.48	-175.45	435.84	-409	122	-45	-2609	1666
380	SLV FO 4	85				1155.74	-361.27	324.48	-369	181	-65	-3445	1716

Sollecitazioni con momento Myy minimo

Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione										
			Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
393	Y SLV	633				-84.29	-138.81	-1006.9	-26	81	381	518	3208
640	SLV FO 8	122				-460.27	252.25	-971.23	175	-119	288	-1856	3045
1060	SLV FO 12	631				-299.67	-210.03	-930.13	67	97	406	1411	2789
654	Y SLV	632				-136.44	138.68	-923.28	-15	-76	322	-724	2587
669	SLV FO 12	122				-178.95	-200.15	-860.33	75	100	237	1054	2142

Sollecitazioni con momento Myy massimo

Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione										
			Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
393	SLV FO 10	633				-12.78	68.71	1399.14	147	-46	-450	12	-4164
1060	SLV FO 5	631				273.07	162.17	1344.24	-9	-80	-433	-1307	-3581
654	SLV FO 5	632				157.13	-105.25	1319.68	100	56	-381	677	-3481
1031	SLV FO 5	631				243.34	-234.37	1290.6	21	130	-398	1382	-3008
683	SLV FO 5	632				639.93	229.8	1289.6	-93	-134	-335	-2069	-3122

Sollecitazioni con sforzo Fxx minimo  
Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione							
Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
379	SLV FO 2	85	1353.03	280.86	205.86	-466	-113	6	-5328	-1460
350	SLV FO 13	85	1113.73	-61.55	310.1	-429	44	-20	2264	-1223
393	SLV FO 3	633	1245.42	245.6	-157.72	-411	-108	176	-4301	-57
670	SLV FO 2	122	1170.48	-175.45	435.84	-409	122	-45	-2609	1666
669	SLV FO 2	122	1140.36	106.27	223.42	-406	-54	12	-2346	-1081

Sollecitazioni con sforzo Fxx massimo  
Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione							
Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
379	SLV FO 15	85	-1118.93	-370.16	-329.94	468	139	73	4899	2148
393	SLV FO 14	633	-820.07	-243.66	656.96	407	111	-190	3137	-1342
350	SLV FO 4	85	-805.98	124.75	-349.29	407	-72	73	-1854	1332
380	SLV FO 15	85	-843.38	289.7	490.5	389	-144	-173	2536	345
670	SLV FO 15	122	-732.61	90.23	249.74	386	-83	-91	1378	103

Sollecitazioni con sforzo Fyy minimo  
Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione							
Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
393	SLV FO 10	633	-12.78	68.71	1399.14	147	-46	-450	12	-4164
1060	SLV FO 5	631	273.07	162.17	1344.24	-9	-80	-433	-1307	-3581
394	SLV FO 11	633	13.48	-49.62	1109.56	96	51	-428	-173	3115
641	SLV FO 8	122	-255.99	82.34	1157.39	186	-27	-401	-303	2874
1061	SLV FO 12	631	-97.78	-48.19	979.57	68	37	-399	-169	2355

Sollecitazioni con sforzo Fyy massimo  
Vengono mostrati i soli 5 gusci più sollecitati.

Shell	Cont.	Nodo	Sollecitazione							
Ind	N.br.	Ind	Mxx	Mxy	Myy	Fxx	Fxy	Fyy	Vx	Vy
393	SLV FO 7	633	438.14	-66.77	-899.89	-151	50	436	-1176	2765
1060	SLV FO 12	631	-299.67	-210.03	-930.13	67	97	406	1411	2789
394	SLV FO 6	633	402.2	66.12	-721.6	-101	-53	403	-881	-2137
1061	SLV FO 5	631	68.36	121.58	-697.57	-14	-60	396	317	-1983
1031	SLV FO 12	631	320.93	178.87	-820.91	-103	-110	374	146	1823

### 11.4.3 QUADRO GENERALE DELLE VERIFICHE

#### 11.4.3.1 VERIFICA DEGLI ELEMENTI NUOVI

Le sollecitazioni e le verifiche dettagliate di tutti gli elementi sono riportate nel fascicolo dei calcoli. Nella presente si riporta un elenco sintetico ai fini della descrizione delle procedure di progetto.

**Le travate in cls armato sono state verificate come di seguito:**

Verifiche allo stato limite ultimo

Flessione;

Taglio con valutazione dei tagli secondo la gerarchia delle resistenze;

Verifiche tensionali agli SLE

Combinazione rara

Combinazione frequente

Combinazione quasi permanente

Verifiche di fessurazione, tensione di trazione limite nel calcestruzzo;

Verifiche di apertura delle fessure;

Calcolo tecnico delle frecce.

**Per la platea in cls armato, sono state eseguite le verifiche elencate di seguito:**

Verifiche allo stato limite ultimo di flessione con forza assiale;

Verifica a taglio;

Verifica a punzonamento;

Verifiche tensionali agli SLE

Combinazione rara

Combinazione frequente

Combinazione quasi permanente

Verifiche di fessurazione, tensione di trazione limite nel calcestruzzo;

Verifiche di apertura delle fessure;

Calcolo tecnico delle frecce.

### **11.4.3.2 VERIFICA DEGLI ELEMENTI ESISTENTI**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.2.4 e § C8.7.1

#### **LEGENDA**

**Desc.:** descrizione

**Stato limite:** (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

**Molt.:** moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite

**Comb.:** combinazione

**PGA:** accelerazione al suolo

**PGA/PGArif:** indicatore di rischio sismico in termini di PGA

**TR:** tempo di ritorno

**(TR/TRrif)<sup>.41</sup>:** indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno

**Stato limite:** (muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

**Coeff.s.:** coefficiente minimo prodotto dallo stato limite

**Verifica:** stato di verifica

**Stato limite:** (C.A.) tipologia di verifica analizzata

**Trave:** titolo della trave

**Pressoflessione:** dati della verifica a pressoflessione

**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a flessione

**Molt.:** moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite

**iPGA:** indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione

**iTR:** indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno

**Taglio:** dati della verifica a taglio

**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a taglio

**Pilastro:** titolo del pilastro

**Nodi:** dati della verifica dei nodi

**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza del nodo

**Conf.:** nodo interamente confinato

**Min.st.:** verificato grazie ai minimi di staffatura

**Pilastro:** pilastro cui appartiene il nodo

**Quota:** quota del nodo [cm]

**Ag:** area della sezione trasversale del pilastro [cm<sup>2</sup>]

**Angolo Trave:** angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]

**Compressione:** dati della verifica della tensione di compressione del nodo

**Vnc:** azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]

**Nc:** azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]

**Snc:** tensione di compressione agente [daN/cm<sup>2</sup>]

**Snc,lim:** tensione di compressione limite [daN/cm<sup>2</sup>]

**Comb. c:** combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione

**Trazione:** dati della verifica della tensione di trazione del nodo

**Vnt:** azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]

**Nt:** azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]

**Snt:** tensione di trazione agente [daN/cm<sup>2</sup>]

**Snt,lim:** tensione di trazione limite [daN/cm<sup>2</sup>]

**Comb. t:** combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione

**Maschio:** maschio

**Stato limite:** (maschio muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso  
flessione fuori piano; R=Ribaltamento

**TR,C:** periodo di ritorno di capacità

**TR,Rif:** periodo di ritorno di riferimento

**PAM:** perdita media annua attesa

**Classe PAM:** classe di rischio PAM

**IS-V:** indice di sicurezza

**Classe IS-V:** classe di rischio IS-V

**Tipo rottura:** tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati

### 11.4.3.3 Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV ( $ag/g_{SLV} * S * ST$ )  $PGA,SLVrif = 0.347$

Accelerazione di aggancio SLO ( $ag/g_{SLO} * S * ST$ )  $PGA,SLOrif = 0.101$

$Tr,SLVrif = 712$  anni

$Tr,SLOrif = 45$  anni

#### 11.4.3.4 Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

##### **Rottura a taglio**

Moltiplicatore: 1.002

Trave a "Piano 3" (-8; 560)-(1397; 560)

Taglio gravitazionale -27.109

Taglio sismico -109.942

Taglio ultimo -137.296

Combinazione SLV 14

Campata 4

Sezione a distanza 3.611

Tempo di ritorno 715 anni

Indicatore  $i_{Tr}=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.002$

PGA 0.348

Indicatore  $i_{PGA}=PGA/PGA,SLVrif = 1.002$

##### **Rottura a flessione**

Moltiplicatore: 1.008

Pilastrata 5

Valori azioni gravitazionali N= -374.751 Mx= -373.907 My= 2060.456

Valori azioni sismiche N= -20.121 Mx= -35391.014 My= 6380.874

Momenti ultimi Mx= -35776.892 My= 8444.155

Combinazione SLV 8

Sezione a quota 0

Tempo di ritorno 723 anni

Indicatore  $i_{Tr}=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.006$

PGA 0.349

Indicatore  $i_{PGA}=PGA/PGA,SLVrif = 1.007$

##### **Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano**

Moltiplicatore: 2.674

Combinazione SLO 6

tra Nodo 1254 e Nodo 1278

Tempo di ritorno 365 anni

Indicatore  $iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^{.41} = 2.359$

PGA 0.261

Indicatore  $iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 2.57$

### Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: 1.76

Combinazione SLV fondazioni 11

Nodo 1176 di coordinate 1461,5;1077,5;-310,0

Tempo di ritorno 1967 anni

Indicatore  $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.517$

PGA 0.512

Indicatore  $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.476$

### Raggiungimento portanza delle platee

Moltiplicatore: 1.202

Combinazione SLV FO 11

Elemento Platea a "Fondazione"

Tempo di ritorno 1081 anni

Indicatore  $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.187$

PGA 0.41

Indicatore  $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.183$

### 11.4.3.5 Indicatori minimi per travi e pilastri

Desc.	Stato limite	Molt.	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Trave a "Piano 3" (-8; 560)-(1397; 560)	Taglio	1.002	SLV 14	0.348	1.002	715	1.002
Trave a "Piano 3" (-8; -8)-(-8; 1012)	Flessione	1.062	SLV 8	0.366	1.055	811	1.055
Pilastrata 11	Taglio	1.016	SLV 1	0.352	1.014	735	1.013
Pilastrata 5	Flessione	1.008	SLV 8	0.349	1.007	723	1.006

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

### 11.4.3.6 Verifica a flessione semplice e a taglio delle travi

Trave	Pressoflessione				Taglio				Verifica
	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	
Trave a "Piano 1" (0; 0)-(1389; 0)	1.109	1.225	1.204	1.21	1.004	1.005	1.004	1.004	Si
Trave a "Piano 1" (0; 408)-(538; 408)	2.578	4.487	1.476	1.517	1.566	2.988	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (0; 560)-(1389; 560)	1.041	1.179	1.161	1.162	1.005	1.005	1.005	1.005	Si
Trave a "Piano 1" (0; 1005)-(1389; 1005)	1.119	1.252	1.229	1.239	1.004	1.005	1.004	1.003	Si
Trave a "Piano 1" (22; 818)-(269; 818)	5.809	11.222	1.476	1.517	4.195	8.323	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (23; 0)-(23; 1005)	1.01	1.063	1.056	1.055	1.026	1.031	1.027	1.027	Si
Trave a "Piano 1" (161; 0)-(161; 560)	2.281	3.683	1.476	1.517	1.737	2.153	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (161; 560)-(161; 803)	1.658	2.308	1.476	1.517	2.676	4.139	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (284; 0)-(284; 560)	2.149	5.588	1.476	1.517	2.06	7.642	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (284; 560)-(284; 982)	2.122	5.28	1.476	1.517	2.464	8.968	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (407; 0)-(407; 560)	2.633	3.975	1.476	1.517	1.926	3.074	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (407; 560)-(407; 982)	2.668	5.667	1.476	1.517	4.132	18.513	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (538; 0)-(538; 1005)	1.077	1.136	1.122	1.121	1.007	1.008	1.007	1.006	Si
Trave a "Piano 1" (538; 408)-(926; 408)	2.763	8.636	1.476	1.517	1.476	2.337	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (538; 818)-(933; 818)	2.562	8.885	1.476	1.517	2.3	19.917	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (657; 0)-(657; 560)	3.663	6.105	1.476	1.517	4.19	6.297	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (741; 0)-(741; 560)	3.478	8.735	1.476	1.517	2.769	9.28	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (741; 560)-(741; 803)	4.257	35.385	1.476	1.517	4.508	44.639	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (825; 0)-(825; 560)	3.197	4.647	1.476	1.517	3.471	4.783	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (925; 0)-(925; 1005)	1.155	1.204	1.184	1.188	1.021	1.024	1.021	1.02	Si
Trave a "Piano 1" (925; 818)-(1367; 818)	2.652	8.195	1.476	1.517	1.974	7.739	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (926; 408)-(1382; 408)	1.384	1.707	1.476	1.517	1.468	1.945	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1068; 0)-(1068; 560)	3.417	4.068	1.476	1.517	2.048	2.418	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1068; 560)-(1068; 803)	3.653	5.41	1.476	1.517	3.96	6.972	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1167; 0)-(1167; 393)	5.095	205.358	1.476	1.517	5.764	802.738	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1167; 560)-(1167; 1005)	2.134	7.062	1.476	1.517	3.538	12.995	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1266; 0)-(1266; 393)	5.176	33.95	1.476	1.517	5.784	86.473	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 1" (1412; 0)-(1412; 393)	1.105	1.186	1.168	1.17	1.005	1.005	1.004	1.003	Si
Trave a "Piano 1" (1412; 560)-(1412; 1005)	1.003	1.078	1.07	1.069	1.026	1.028	1.025	1.025	Si
Trave a "Pianerottolo 1" (538; 560)-(538; 1005)	1.054	1.113	1.101	1.1	1.122	1.133	1.119	1.118	Si
Trave a "Piano 2" (7; -8)-(-8; 1013)	1.165	1.227	1.205	1.212	1.244	1.268	1.244	1.255	Si
Trave a "Piano 2" (8; 818)-(269; 818)	2.727	28.92	1.476	1.517	3.453	92.414	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 2" (284; 560)-(284; 998)	1.8	32.252	1.476	1.517	3.23	84.069	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 2" (538; -8)-(538; 1013)	1.099	1.173	1.156	1.157	1.002	1.002	1.002	1.002	Si
Trave a "Piano 2" (925; -8)-(926; 1012)	1.067	1.105	1.094	1.093	1.006	1.006	1.006	1.005	Si
Trave a "Piano 2" (926; 825)-(1382; 825)	1.098	16.836	1.476	1.517	1.704	57.43	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 2" (926; 825)-(1397; 825)	1.215	31.584	1.476	1.517	1.226	79.448	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 2" (1412; -23)-(1412; 1027)	1.11	1.166	1.15	1.15	1.255	1.279	1.255	1.267	Si
Trave a "Piano 2" (-7; 7)-(1412; 7)	1.035	1.075	1.067	1.066	1.004	1.005	1.004	1.003	Si
Trave a "Piano 2" (-7; 1027)-(1412; 1027)	1.061	1.126	1.112	1.112	1.002	1.002	1.002	1.002	Si
Trave a "Piano 2" (-8; 560)-(1397; 560)	1.255	1.281	1.257	1.269	1.008	1.009	1.008	1.007	Si
Trave a "Pianerottolo 2" (538; 560)-(538; 1005)	1.272	1.369	1.338	1.36	1.176	1.189	1.17	1.173	Si
Trave a "Piano 3" (8; 825)-(239; 825)	2.719	42.529	1.476	1.517	3.438	135.502	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 3" (284; 560)-(284; 997)	1.762	48.19	1.476	1.517	3.182	127.638	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 3" (561; -8)-(561; 1013)	1.12	1.151	1.136	1.135	1.02	1.023	1.021	1.02	Si
Trave a "Piano 3" (925; 825)-(1396; 825)	1.216	41.491	1.476	1.517	1.225	91.071	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 3" (927; 825)-(1383; 825)	1.1	19.844	1.476	1.517	1.705	76.127	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 3" (948; -8)-(948; 1012)	1.138	1.17	1.153	1.153	1.009	1.011	1.01	1.009	Si
Trave a "Piano 3" (1397; -8)-(1397; 1012)	1.184	1.256	1.232	1.242	1.003	1.003	1.002	1.002	Si
Trave a "Piano 3" (-7; 1013)-(1397; 1012)	1.145	1.232	1.21	1.217	1.015	1.016	1.014	1.014	Si
Trave a "Piano 3" (-8; 560)-(1397; 560)	1.04	1.133	1.119	1.118	1.002	1.002	1.002	1.002	Si
Trave a "Piano 3" (-8; -8)-(1397; -8)	1.247	1.251	1.228	1.237	1.011	1.014	1.013	1.012	Si
Trave a "Piano 3" (-8; -8)-(-8; 1012)	1.025	1.062	1.055	1.055	1.035	1.039	1.034	1.034	Si
Trave a "Piano 4" (8; 825)-(1383; 825)	1.767	69.902	1.476	1.517	2.008	366.494	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (284; 825)-(284; 997)	13.076	153.655	1.476	1.517	10.995	433.485	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (538; 825)-(1397; 825)	1.019	14.095	1.476	1.517	1.306	74.603	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (561; -8)-(561; 1012)	1.297	1.456	1.419	1.452	1.885	2.229	1.476	1.517	Si

**RELAZIONE TECNICA STUDIO DI FATTIBILITA' – PROGETTO DI ADEGUAMENTO INERENTE AL PROGETTO  
10 ANALISI CONOSCITIVE E FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DEL P.F.T.E. PER L'IMMOBILE DEMANIALE  
SITO IN VIA PELLICANO REGGIO CALABRIA (RC) SCHEDA RCBP071**

Trave	Pressoflessione				Taglio				Verifica
	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	
Trave a "Piano 4" (948; -8)-(948; 1012)	1.379	1.522	1.476	1.517	1.658	2.185	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (1397; -8)-(1397; 1012)	1.353	1.462	1.425	1.459	1.73	1.978	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (-7; 560)-(1397; 560)	1.672	2.005	1.476	1.517	1.522	1.795	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (-7; 1012)-(1397; 1012)	1.864	2.143	1.476	1.517	1.882	2.161	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (-8; -8)-(1397; -8)	1.561	1.797	1.476	1.517	1.496	1.704	1.476	1.517	Si
Trave a "Piano 4" (-8; -8)-(-8; 1012)	1.359	1.467	1.429	1.464	1.728	1.978	1.476	1.517	Si
Trave a quota "Pianerottolo 1"-"370" (538; 818)-(926; 818)	4.055	28.99	1.476	1.517	4.636	92.022	1.476	1.517	Si
Trave a quota "Pianerottolo 2"-"775" (538; 818)-(925; 818)	4.054	28.526	1.476	1.517	4.644	138.191	1.476	1.517	Si

### 11.4.3.7 Verifica a pressoflessione e taglio dei pilastri;

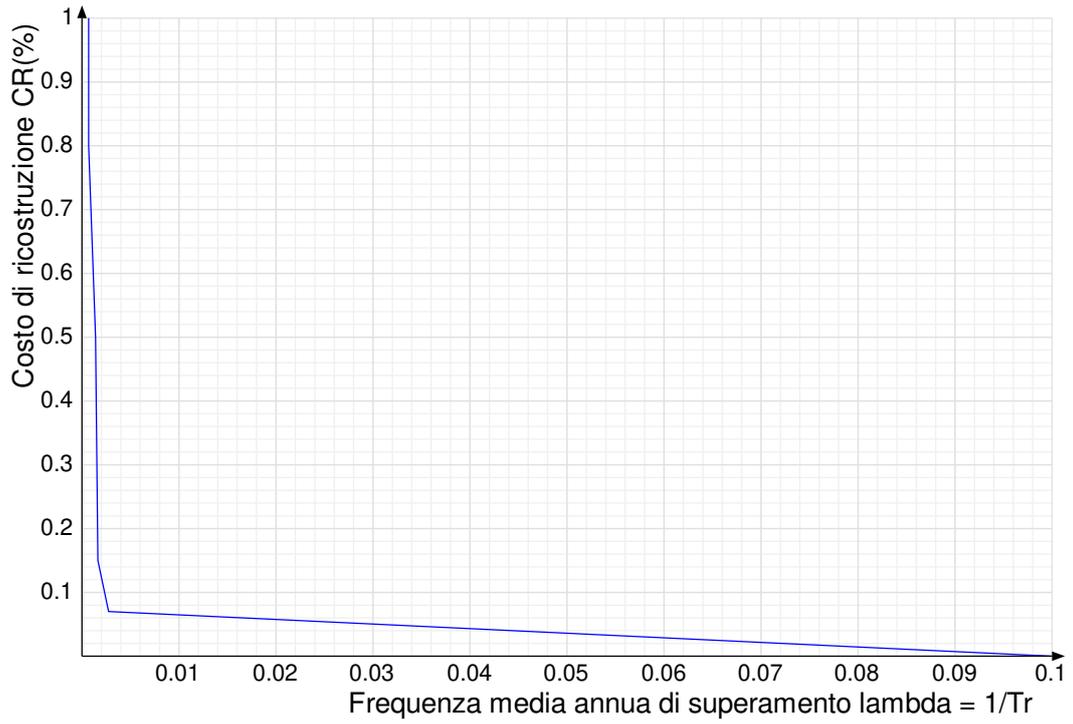
Pilastro	Pressoflessione				Taglio				Verifica
	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	Coeff.s.	Molt.	iPGA	iTR	
Pilastrata 1	1.024	1.021	1.019	1.019	1.05	1.057	1.051	1.05	Si
Pilastrata 2	1.04	1.037	1.033	1.033	1.047	1.047	1.042	1.041	Si
Pilastrata 4	1.051	1.047	1.042	1.041	1.044	1.045	1.04	1.039	Si
Pilastrata 5	1.009	1.008	1.007	1.006	1.02	1.021	1.019	1.019	Si
Pilastrata 6	1.028	1.025	1.023	1.022	1.057	1.059	1.052	1.052	Si
Pilastrata 7	1.016	1.014	1.012	1.012	1.038	1.039	1.035	1.034	Si
Pilastrata 8	1.012	1.012	1.01	1.01	1.022	1.023	1.021	1.02	Si
Pilastrata 9	1.106	1.092	1.081	1.081	1.126	1.127	1.114	1.113	Si
Pilastrata 10	1.03	1.027	1.024	1.024	1.022	1.021	1.019	1.019	Si
Pilastrata 11	1.065	1.057	1.051	1.05	1.015	1.016	1.014	1.013	Si
Pilastrata 12	1.158	1.139	1.124	1.124	1.026	1.027	1.024	1.024	Si
Pilastrata 13	1.076	1.072	1.064	1.064	1.036	1.037	1.033	1.033	Si
Pilastrate 3	1.059	1.055	1.049	1.048	1.069	1.07	1.063	1.062	Si

### 11.4.3.8 Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 8/02/2017

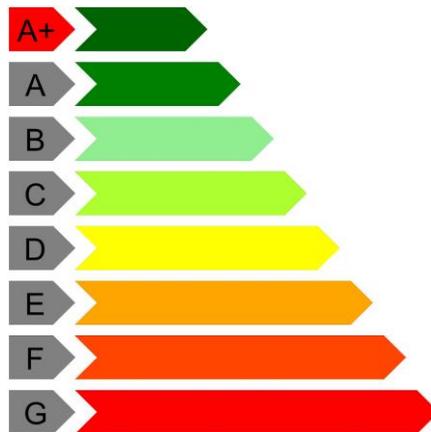
TR.C	TR,Rif	PAM	Classe PAM	IS-V	Classe IS-V	Tipo rottura	Segnalazioni
16	712	4.204	E	15.111	E	spostamento di interpiano	

$\lambda_{SLR}$	$\lambda_{SLC}$	$\lambda_{SLV}$	$\lambda_{SLD}$	$\lambda_{SLO}$	$\lambda_{SLID}$
0.02257	0.02257	0.046062	0.046062	0.076923	0.1

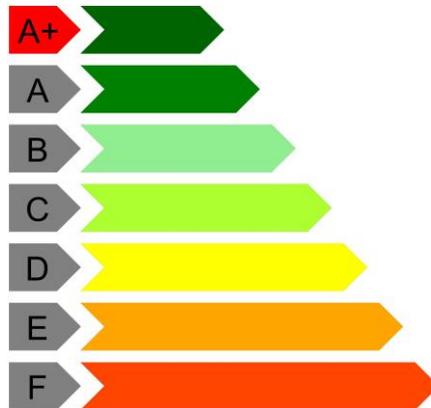
Andamento della curva che individua il PAM (Perdita Annuale Media Attesa)



Classe PAM



Classe IS-V



## 12 CAPACITA' SISMICA DELLA STRUTTURA

Dalle analisi e dalle verifiche eseguite discende la valutazione della capacità sismica della costruzione sia in termini di accelerazione sia in termini di periodo di ritorno.

Si riportano inoltre i valori già determinati per la struttura ante operam sia in termini di accelerazioni sia in termini di periodo di ritorno.

EDIFICIO REGGIO CALABRIA			
Indicatore di rischio: Rapporto fra capacità e domanda			
IR PGA = (ag <sub>SLV</sub> /ag <sub>PVR</sub> )	Tr [anni]	IR Tr = (Tr <sub>SLV</sub> /Tr <sub>PVR</sub> ) <sup>0.41</sup>	Descrizione
0,151	13	0.211	<b>ANTE OPERAM</b> <b>MECCANISMO DI COLLASSO</b> <b>FLESSIONE</b> Trave a "Piano 2" (948; 560)- (948; 997)
1,002	715	1,002	<b>POST OPERAM</b> <b>MECCANISMO DI COLLASSO</b> <b>TAGLIO</b> Trave a "Piano 3" (-8; 560)- (1397; 560)

## 13 CONCLUSIONI

Gli interventi di progetto hanno condotto ad un'effettivo miglioramento della risposta sismica dell'edificio, conferendo maggiore rigidezza, resistenza ed adeguata duttilità alla struttura, scongiurando meccanismi di collasso locali e di piano, producendo così un'innalzamento quantitativo della sicurezza conforme agli obiettivi di progetto.

Infatti l'indicatore minimo di rischio della struttura dopo l'intervento è pari a 1,002 e sta ad indicare che l'accelerazione minima di attivazione del collasso relativo all'elemento più sfavorito della struttura è pari a 100,2% dell'accelerazione di progetto relativa allo SLV, confermano un'incremento della sicurezza dell'opera che soddisfa gli obiettivi di adeguamento sismico.

E' da rilevare, in conclusione, che con le modalità d'intervento illustrate, la maggioranza degli elementi rinforzati superano abbondantemente la soglia dell'adeguamento sismico, presentando moltiplicatori di collasso molo superiori all'unità.

In conclusione, alla luce di tutto quanto sopra, può dirsi quanto segue:

-Il calcolo è stato condotto tenendo presente la zona sismica in cui la struttura si trova e la sua tipologia e destinazione d'uso;

- nel calcolo si è fatto riferimento alle vigenti normative in materia di costruzioni, elencate nel § 2 della presente;

-tutti gli elementi strutturali aggiunti sono stati proporzionati sulla base delle normative vigenti e verificati mediante l'applicazione del "metodo degli stati limite";

- le verifiche strutturali e geotecniche condotte hanno dato sempre esito positivo;

- tutti gli elementi strutturali, esistenti e nuovi presentano moltiplicatori di collasso superiori all'unità.