



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e Ricerca*



**REGIONE
SICILIANA**



Comune di Pietraperzia

Libero Consorzio Comunale di Enna

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

(redatto ai sensi dell'art.23 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii.)

**OGGETTO: "Interventi di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edificio scolastico
G.Verga" CUP: J46F19000020001**



D. STRUTTURALE – INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

ELABORATO n. D.1)

RELAZIONE DI CALCOLO

Visti:

IL TECNICO
Arch. Sheila VINTI

IL RUP
Geom. Rocco BONGIOVANNI

Pietraperzia li 24/09/2022

.....

Comune di Pietraperzia

Provincia di Enna

RELAZIONE DI CALCOLO

Oggetto : “Interventi di messa in sicurezza e riqualificazione dell’edificio scolastico G. Verga”

Sommario

<i>Premessa</i>	3
<i>Descrizione generale</i>	3
<i>Intervento progettuale strutturale</i>	5
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
MATERIALI UTILIZZATI E PRESCRIZIONI	6
AZIONI AMBIENTALI E NATURALI	18
<i>Carichi e sovraccarichi</i>	21
<i>Calcolo struttura</i>	21
<i>Giudizio motivato dell'accettabilità dei risultati</i>	25
MODELLI DI CALCOLO	25
DURABILITA'	26
PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	26

Premessa

A seguito di incarico del “servizio tecnico di progettazione definitiva ed esecutiva e coordinamento della sicurezza nella fase di progettazione, inerente “Interventi di messa in sicurezza e riqualificazione dell’edificio scolastico G. Verga” conferito con D.D. n.66 del 25/02/2022 e sottoscritto con Disciplinare di incarico in data 01/04/ 2022, la sottoscritta Arch. Sheila Vinti, con studio tecnico in Racalmuto Via S.Pertini n.34, 92020 (AG), P.Iva 02927940847, C.F. VNTSHL87D45A089H ha redatto il presente progetto definitivo ed esecutivo ai sensi del D.Lgs n.50/2016 e s.m.i.

Descrizione generale

Il progetto di consolidamento, messa in sicurezza e ristrutturazione dell’edificio scolastico “G.Verga” facente parte dell’Istituto Comprensivo “V.Guarnaccia” sito in Pietraperzia (EN), mira al recupero di una struttura di rilevante interesse, conservandone le caratteristiche e le identità intrinseche dei luoghi, coniugando il rispetto della storicità del fabbricato con l’aspetto tecnico- funzionale degli spazi esistenti.

L’intervento progettuale proposto persegue lo scopo principale di sanare il degrado strutturale dell’immobile destinato a scuola primaria e nello stesso tempo conferire un maggiore grado di sicurezza delle strutture, coniugando l’intervento con una ristrutturazione generale dell’edificio con particolare attenzione alla salubrità degli ambienti interni ed al ripristino del prospetto esterno.

Più in generale, l’intervento propone di consolidare i programmi di offerta di servizi ai cittadini, con particolare attenzione all’accessibilità dei luoghi anche a persone diversamente abili.

Il progetto di ristrutturazione e messa in sicurezza di un edificio scolastico deve avere rispetto delle dotazioni minime dettate dalle normative di riferimento, dei regolamenti e dei piani comunali; dal calcolo dei metri quadrati necessari a ogni bambino al numero di bagni necessari, dai materiali impiegati e così via.

L’edificio oggetto di studio sorge nel centro abitato del Comune di Pietraperzia in area periferica, in posizione angolare tra le Vie F.Filzi, Mosca e G.Oberdan.

Il presente progetto ha per oggetto un fabbricato scolastico composto da due corpi di fabbrica giuntati tra loro posto nel centro abitato del Comune di Pietraperzia (EN), su un terreno pressoché pianeggiante, collocato in una posizione facilmente raggiungibile e centrale nel Paese, sito tra le Vie F.Filzi, Mosca e G.Oberdan.

Il fabbricato risulta censito al Catasto Fabbricati al foglio 28, part.590 T-1-2.

Le condizioni statiche dell'immobile, a seguito di verifica tecnica, risultano poco soddisfacenti e pertanto viene previsto un consolidamento della struttura per la messa in sicurezza del fabbricato.

L'immobile in oggetto, si presenta composto da un piano seminterrato e due elevazioni fuori terra, con copertura a falde ed è realizzato con struttura portante in c.a.. La costruzione del fabbricato risale agli anni '80 e nel tempo non sono stati effettuati interventi di conservazione e/o ristrutturazione che possano aver modificato la natura della struttura stessa. I calcoli statici del fabbricato risultano depositati presso il Genio Civile di Enna in data 16/02/1980 con prot. n.1529.

L'intero fabbricato è suddiviso in due corpi di fabbrica strutturalmente indipendenti e giuntati, che chiameremo Corpo A e Corpo B per semplicità di lettura (vedasi tavole grafiche)

Presenta piante pressoché rettangolari collegate tra loro, da un corpo scala interno. L'accesso alla struttura avviene tramite ingresso principale posto su Via F.Filzi, caratterizzato da scale di accesso e porticato.

Gli interventi consistono nella ristrutturazione e rifunzionalizzazione dei locali già destinati ad attività scolastiche, e nell'adeguamento agli standard previsti per legge, nella manutenzione straordinaria degli interni e del prospetto esterno e messa in sicurezza dell'intero edificio.

Al piano seminterrato, destinato a magazzino deposito a servizio dell'edificio scolastico, si accede tramite scala interna dal piano primo o tramite un portone posto al lato Ovest del Fabbricato. Solamente il Copro A presente un seminterrato accessibile, con struttura intelaiata in c.a. con muri di contenimento in c.a. e travi e pilastri.

Il piano primo presenta un ingresso diretto su Via F.Filzi, al quale si accede attraverso scala esterna con portico di ingresso. Al piano primo si sviluppa il corpo scala che consente l'accesso ai piani superiori, ed un ascensore che consente il superamento delle barriere architettoniche. Un secondo ingresso, posto al lato Nord consente l'accesso ai diversamente abili con la presenza di una rampa di accesso. Il piano primo ospita le aule scolastiche ed i servizi igienici. Dal piano primo è possibile accedere al corpo palestra e spogliatoi (non oggetto di studio del presente progetto).

Al piano secondo si accede tramite il corpo scala ed ospita le aule scolastiche ed i servizi igienici.

Dal piano secondo, tramite il corpo scala è possibile accedere al sottotetto che presenta caratteristiche non abitative e risulta ad oggi allo stato grezzo.

Internamente i locali della struttura sono in uno stato mediocre di conservazione a causa della carente opera di manutenzione. L'intonaco interno, i corpi illuminanti, le componenti idrico/sanitarie e termine,

si presentano in discrete condizioni, anche se interventi di ripristino effettuati negli anni hanno compromesso il normale funzionamento e la sicurezza degli stessi. Si può considerare dunque di intervenire parzialmente sugli impianti ove necessario. Gli infissi presenti sono del tipo in alluminio e presentano spigoli vivi ed un solo vetro. Sono pertanto fatiscenti e non rispondenti alle vigenti norme di sicurezza e non adeguati ad ospitare i vetri "di sicurezza", pertanto sono completamente da sostituire. I locali bagni presentano delle superfici lisce ed i sanitari da adeguare alle normative anche per diversamente abili.

Il prospetto, allo stato attuale in evidente stato di degrado, presenta delle infiltrazioni dovute ad umidità di risalita ed in alcune parti è evidente il distacco dell'intonaco.

Intervento progettuale strutturale

La verifica dello stato attuale dei Corpi A e B mostrava **carenze strutturali diffuse** che nel calcolo allo stato attuale portavano le strutture, calcolate separatamente perché giuntate, al collasso per carichi statici.

Pertanto, al fine di verificare la struttura sia a livello locale che a livello globale, si è reso necessario implementare i seguenti interventi.

Nel Corpo A:

- *incamiciatura in acciaio di alcune travi e pilastri segnati negli esecutivi, mediante l'applicazione di angolari in acciaio agli spigoli (profili 45mmX45mmX6mm), saldatura di piatti in acciaio (calastrelli 50mmX6mm) a collegare i suddetti angolari e per finire delle barre filettate di diametro 8mm passanti il pilastro e/o la trave, il tutto per migliorare le caratteristiche resistenti degli elementi strutturali. Prima di realizzare detto intervento, al fine anche di ricostruire la sezione originaria dei pilastri e delle travi, si provvederà a ricostruire la malta copriferro con miscela tixotropica e malta passivante sui ferri.*
- *incamiciatura di in c.a. di alcuni pilastri segnati negli esecutivi, mediante il ringrosso in c.a. della sezione per uno spessore di 7cm a perimetro, in detto incremento di sezione verranno inserite n.12 barre longitudinali di diametro 16mm e staffe di diametro 8mm passo 10cm, a collegare l'incamiciatura con la parte esistente del pilastro si applicheranno delle barre di diametro 8mm passanti il pilastro, il tutto per migliorare le caratteristiche resistenti degli elementi strutturali. Inoltre le barre longitudinali dovranno essere inghisate, con l'ausilio dell'ancorante chimico, alle travi e pilastri sopra e sottostanti. Prima di realizzare detto intervento, al fine anche di ricostruire la sezione originaria dei pilastri e delle travi, si provvederà a ricostruire la malta copriferro con miscela tixotropica e malta passivante sui ferri.*

Nel Corpo B:

- *incamiciatura in acciaio di alcune travi e pilastri segnati negli esecutivi, mediante l'applicazione di angolari in acciaio agli spigoli (profili 45mmX45mmX6mm), saldatura di piatti in acciaio (calastrelli 50mmX6mm) a collegare i suddetti angolari e per finire delle barre filettate di diametro 8mm passanti il pilastro e/o la trave, il tutto per migliorare le caratteristiche resistenti degli elementi strutturali. Prima di realizzare detto intervento, al fine anche di ricostruire la sezione originaria dei pilastri e delle travi, si provvederà a ricostruire la malta copriferro con miscela tixotropica e malta passivante sui ferri.*

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 21 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

MATERIALI UTILIZZATI E PRESCRIZIONI

Le caratteristiche dei materiali da adoperare per la realizzazione dell'opera in oggetto sono di seguito elencate:

PER LA VERIFICA DELLE STRUTTURE ESISTENTI

E' stata effettuata una campagna di indagini strutturali che hanno permesso di acquisire il livello di conoscenza per la struttura esistente in c.a. pari a LC2.

CALCESTRUZZO PARTE DI STRUTTURA ESISTENTE EDIFICIO A

Per pilastri piano seminterrato EDIFICIO A: è stata estratta una carota indicata come C21, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C21, tensione 14,57 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$14,58 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{16,04 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi piano seminterrato EDIFICIO A: è stata estratta una carota indicata come C22, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C22, tensione 20.86 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$20,86 \text{ N/mm}^2 * 1,09 = \mathbf{22,74 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per setti piano seminterrato EDIFICIO A: è stata estratta una carota indicata come C23, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C23, tensione 14.9 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$14.9 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{16,39 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri piano terra EDIFICIO A: sono state estratte le carote indicate come C16, C18, C20, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C16, tensione 17.33 N/mm²

Carota C18, tensione 17.66 N/mm²

Carota C20, tensione 17.38 N/mm²

La media pari a 17.46 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$17.45 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{19,19 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per le travi piano terra EDIFICIO A: sono state estratte le carote indicate come C17, C19, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C17, tensione 18.7 N/mm²

Carota C19, tensione 16.45 N/mm²

La media pari a 17.57 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * Fd = f_{c, is}$$

$$17.57 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{19.33 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri primo piano EDIFICIO A: sono state estratte le carote indicate come C12, C10, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C12, tensione 19.57 N/mm²

Carota C10, tensione 14.45 N/mm²

La media pari a 17.01 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$17.01 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{18.71 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi primo piano EDIFICIO A: è stata estratta una carota indicata come C11, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C11, tensione 22.1 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$22.1 \text{ N/mm}^2 * 1,09 = \mathbf{24.09 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri sottotetto EDIFICIO A: sono state estratte le carote indicate come C1, C3, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C1, tensione 16.4 N/mm²

Carota C3, tensione 13.99 N/mm²

La media pari a 15.2 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * Fd = f_{c, is}$$

$$15.2 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{16.72 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi sottotetto EDIFICIO A: è stata estratta una carota indicata come C2, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C2, tensione 16.75 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * Fd = f_{c, is}$$

$$16.75 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{18.42 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri sottotetto EDIFICIO B: sono state estratte le carote indicate come C4, C6, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C4, tensione 16.29 N/mm²

Carota C6, tensione 18.36 N/mm²

La media pari a 17.32 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * Fd = f_{c, is}$$

$$17.32 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{19.05 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi sottotetto EDIFICIO B: è stata estratta una carota indicata come C5, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C5, tensione 5,55 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$5,55 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{6,10 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri piano terra EDIFICIO B: sono state estratte le carote indicate come C13, C15, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C13, tensione 29.21 N/mm²

Carota C15, tensione 27.35 N/mm²

La media pari a 28.28 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$28.28 \text{ N/mm}^2 * 1,08 = \mathbf{30.54 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi piano terra EDIFICIO B: è stata estratta una carota indicata come C14, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1917 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C14, tensione 19.52 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$19.52 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{21.47 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per i pilastri primo piano EDIFICIO B: sono state estratte le carote indicate come C7, C9, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C7, tensione 23.72 N/mm²

Carota C9, tensione 9.03 N/mm²

La media pari a 16.37 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta la resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo F_d ricavato dalla tabella C11.2.6.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$16.37 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{18.00 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Per travi piano terra EDIFICIO B: è stata estratta una carota indicata come C8, i risultati delle prove sono riportati nel Certificato di prova n.1916 del 01/08/2022 emesso dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA).

Il risultato in termini di tensione di rottura da i seguenti valori

Carota C8, tensione 7.45 N/mm²

Considerato che il rapporto h/d della carota è pari a 2, il valore ricavato rappresenta tra resistenza cilindrica.

Alla resistenza della carota deve applicarsi il fattore di disturbo Fd ricavato dalla tabella C11.2.6.I della Circolare 21 Gennaio 2019 n.7/C.S.LL.PP., pertanto calcoliamo il valore di resistenza strutturale di tale carota con la formula seguente :

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

$$7.45 \text{ N/mm}^2 * 1,10 = \mathbf{8.19 \text{ N/mm}^2}$$

Questo ultimo valore verrà ridotto prima del coefficiente parziale del calcestruzzo pari a 1,5 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

ACCIAIO PARTE DI STRUTTURA ESISTENTE

Acciaio da c.a. per gli elementi strutturali

Le prove sono riportate nei Certificati di prova n.1746 e 1747 del 01/08/2022 emessi dal laboratorio PLP con sede via Tempone n.1 Località Provinciale Galbo – Campagna (SA), si riportano di seguito le tabelle estratte:

RISULTATI DELLE PROVE

Tipo di Campione	Diam. (mm)	Diam. Effettivo (mm) (*)	Sez.Eff. (mm ²)	Snerv. F _{y,k} o F _{0,2} k N/mm ²	Rottura F _{tk} N/mm ²	Allung. Rottura (A _{gt})k,%	(f _t /f _y) _k	(f _t /f _{y nom}) _k	Prova di Pieg.e Radd. (**)	Diametro Mandrino	Data Prova
Tondino-EB9	16	15,98	200.56	498,3	621,6	12.0	1.25	1.11	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB10	16	15,97	200.31	490,3	614,2	11.6	1.25	1.09	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB11	16	15,95	199.81	494,2	606,5	12.3	1.23	1.10	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB12	16	15,99	200.81	498,0	627,1	12.5	1.26	1.11	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB13	16	15,96	200.06	477,3	641,0	12.3	1.34	1.06	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB14	16	15,94	199.56	475,0	617,3	11.8	1.30	1.06	*****	80	01/08/2022
Tondino-EB15	10	9,98	78.23	488,2	600,7	11.5	1.23	1.08	*****	40	01/08/2022

RISULTATI DELLE PROVE

Tipo di Campione	Diam. (mm)	Diam. Effettivo (mm) (*)	Sez. Eff. (mmq)	Snerv. F_{yk} o $F_{(0.2)k}$ N/mm ²	Rottura F_{tk} N/mm ²	Allung. Rottura $(A_{gt})_k$ %	$(f_t/f_{yk})_k$	$(f_t/f_{y, nom})_k$	Prova di Pieg.e Radd. (**)	Diametro Mandrino	Data Prova
Tondino-EB1	12	11,98	112.72	314,3	588,3	13.5	1.87	0.70	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB2	12	11,99	112.91	318,0	614,3	14.2	1.93	0.71	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB3	12	11,99	112.91	317,0	600,3	13.6	1.89	0.70	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB4	12	11,97	112.53	312,6	597,3	13.0	1.91	0.69	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB5	12	11,96	112.34	317,6	605,2	13.3	1.91	0.71	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB6	12	12,00	113.10	321,6	617,0	11.5	1.92	0.71	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB7	12	11,96	112.34	315,9	597,3	12.0	1.89	0.70	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB8	12	11,95	112.16	318,3	585,5	13.3	1.84	0.71	*****	60	01/08/2022
Tondino-EB16	12	11,98	112.72	320,5	579,9	12.8	1.81	0.71	*****	60	01/08/2022

Dai valori sopra riportati si ricava una media di Snervamento pari a 391,31 Mpa

I valori succitati verranno ridotti prima del coefficiente parziale dell'acciaio pari a 1,15 e poi del Fattore di confidenza 1,20 relativo al Livello di conoscenza LC2

Prove pacometriche

Sono state effettuate delle prove pacometriche diffuse su tutto l'edificio interessato.

PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

- Calcestruzzo: C 30/37 per le incamiciature in c.a.

$$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2;$$

- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C per le incamiciature in c.a.

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2;$$

- Acciaio per la le incamiciature : S275

Classe di esposizione e durabilità calcestruzzo

La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.

Categoria 2: Corrosione indotta da carbonatazione

Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

Classe esposizione Xc3

rapporto acqua/cemento 0,60

Minima classe di resistenza C30/37

Inoltre, la composizione della miscela, per la formazione del conglomerato cementizio, dovrà essere tale da assicurare la resistenza allo schiacciamento a 28 giorni richiesta ed in particolare per quanto riguarda i singoli componenti si dovrà osservare quanto segue:

- utilizzare acqua priva di sostanze nocive quali cloruri e solfati che, qualora presenti non dovranno superare le concentrazioni massime oltre cui si genera nocimento al conglomerato;*
- gli inerti devono essere costituiti da ghiaie e sabbie alluvionali estratti da letti di fiumi o da cave od in alternativa pietrischi e sabbie provenienti dalla frantumazione di rocce;*
- la sabbia deve provenire da roccia dura, possibilmente non calcarea;*
- gli inerti nel loro complesso devono essere puliti ed esenti da argille o materia organica in genere;*
- la curva granulometrica della miscela degli inerti dovrà essere tale da assicurare la necessaria compattezza ed un minimo volume dei vuoti. In tal senso, nel caso di progetto della miscela, può utilmente farsi riferimento al fuso granulometrico di Fuller relativo al diametro massimo dell'inerte;*
- il cemento da utilizzarsi dovrà essere del tipo "Portland" R325/425 con dosaggio compatibile per l'ottenimento della resistenza richiesta.*

Si consiglia di utilizzare profili in acciaio zincato e di proteggere il tratto di trave in legno inserito nella muratura mediante processo di catramatura della testa ovvero altra protezione equivalente.

Le travi in legno lamellare dovranno essere stagionate e prima del loro inserimento trattate con idoneo protettivo.

PRESTAZIONI ATTESE – CLASSE DELLA COSTRUZIONE - VITA NOMINALE - MODELLI DI CALCOLO – DURABILITA’

Le prestazioni della struttura, e la vita utile sono state definite di concerto al committente in funzione della destinazione d’uso individuando la classe della struttura che risulta :

CLASSE D’USO	VITA NOMINALE
CLASSE III	50 ANNI

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando opportuni stati limite definiti di concerto al committente in funzione dell’utilizzo della struttura, della sua vita utile e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M 17/01/2018.

AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l’azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite PVR :		Probabilità di superamento
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- *Vita Nominale del fabbricato;*
- *Classe d'Uso del fabbricato;*
- *Categoria del Suolo;*
- *Coefficiente Topografico;*
- *Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.*

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	III Cu=1.5
Longitudine Est (Grd)	14,13305	Latitudine Nord (Grd)	37,41889
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Esistente c.a.	Sistema Costruttivo Dir.2	Esistente c.a.
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	2,85000
Tipo Intervento	ADEGUAMENTO	Tipo Analisi Sismica	PUSH-OVER
Livello Sicurezza Min. (%)	100		
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	45,00
Accelerazione Ag/g	0,03	Periodo T'c (sec.)	0,25
Fo	2,49	Fv	0,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,42	Periodo TD (sec.)	1,73
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,52	Fv	0,67
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,50
Fo	2,64	Fv	1,04
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,22
Periodo TC (sec.)	0,66	Periodo TD (sec.)	1,94
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,11	Periodo T'c (sec.)	0,55
Fo	2,69	Fv	1,21
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,24
Periodo TC (sec.)	0,71	Periodo TD (sec.)	2,04
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 1			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 2			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	1,50
Livello conoscenza	LC2		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

Carichi e sovraccarichi

Per il calcolo delle sollecitazioni nelle varie parti strutturali sono stati presi in considerazione i seguenti carichi unitari:

- a) Peso proprio c.a. = 2500 daN/mc
- b) Peso proprio dell'acciaio = 7850 daN/mc
- c) Carico accidentale in copertura 50 daN/mq
- d) Carico accidentale solai di calpestio 300 daN/mq

ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO										
Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO
1	280	300	306	0	Categ. C	0,7	0,7	0,6		solaio tipo
3	280	150	52	0	Categ. H	0,0	0,0	0,0		sottotetto
8	280	80	52	77	CopNeve<1k	0,5	0,2	0,0		copertura a falde
9	300	300	410	0	Categ. C	0,7	0,7	0,6		scale interne
12	0	250	0	77	Categ. C	0,7	0,7	0,6		timpani

Calcolo struttura

Per il calcolo della struttura si è implementato un modello a telaio spaziale, questo ci ha permesso di eseguire i calcoli degli spostamenti, delle sollecitazioni e quanto altro, ai sensi del DM 17 Gennaio 2018.

Il modello è stato costruito in modo tale da inserire le giuste geometrie degli elementi strutturali e i rispettivi carichi costituiti da pesi propri, permanenti portati, sovraccarichi di esercizio, azioni naturali (neve, sisma, vento), ricavando così le sollecitazioni e gli spostamenti limite sugli elementi strutturali secondo gli stati limite ultimi e d'esercizio.

Inoltre sono state inserite le armature rilevate dalle indagini strutturali a campione e in parte desunte dai calcoli strutturali depositati all'epoca della costruzione.

I risultati ottenuti secondo le verifiche agli stati limite, risultano positivi, e non si sono riscontrate lesioni relative a cedimenti di fondazione.

Non è stata eseguita la verifica della fondazione ne allo stato attuale ne allo stato futuro in quanto non verranno incrementati i carichi e non rientra nei casi citati dalla norma NTC 2018 paragrafo 8.3 dove si riporta “Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

– nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;

– siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;

– siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.”

La struttura verrà trattata come una struttura esistente con livello di conoscenza LC2.

Mediante la verifica Push-over dei fabbricati allo stato attuale si è ravvisata l'esigenza di inserire dei rinforzi strutturali costituiti da incamiciature in acciaio per alcune travi e incamiciature di alcuni pilastri pilastri (alcuni incamiciati in acciaio e altri in c.a.), pertanto si è verificato il fabbricato con inseriti gli interventi di rinforzo degli elementi strutturali.

Si riporta di seguito un riepilogo delle verifiche Push-over allo stato attuale ed allo stato futuro, da dove si evince che la struttura allo stato futuro risulta adeguata in termini sismici.

PushOver – Stato Attuale Corpo A : la struttura risulta andare in collasso per carichi statici, mediante lo studio di criticità è stato possibile definire gli interventi necessari a rendere la struttura adeguata in termini statici e sismici, quindi al livello globale e locale.

Tabella riassuntiva delle PushOver – Stato Futuro (ξ_E)Corpo A:

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
1	1.859	1.683	1.587	1.226
2	1.588	1.295	1.587	1.226
3	1.285	1.106	1.415	1.226
4	1.207	1.217	1.051	1.03
5	1.706	1.582	1.353	1.188
6	1.413	1.153	1.587	1.226
7	1.341	1.169	1.483	1.226
8	1.296	1.301	1.075	1.069
9	1.58	1.599	1.48	1.226
10	1.388	1.132	1.587	1.226
11	1.285	1.128	1.369	1.226
12	1.219	1.182	1.072	1.05
13	1.419	1.507	1.499	1.226
14	1.238	1.009	1.587	1.226
15	1.346	1.194	1.425	1.226
16	1.335	1.261	1.09	1.086

RELAZIONE DI CALCOLO

17	1.716	1.728	1.587	1.226
18	1.629	1.578	1.578	1.226
19	1.256	1.174	1.317	1.226
20	1.308	1.153	1.166	1.136
21	1.564	1.582	1.587	1.226
22	1.468	1.455	1.213	1.024
23	1.372	1.247	1.366	1.226
24	1.362	1.228	1.216	1.193
25	1.911	1.891	1.587	1.226
26	1.774	1.447	1.587	1.226
27	1.238	1.201	1.242	1.226
28	1.285	1.123	1.193	1.153
29	1.755	1.751	1.587	1.226
30	1.588	1.295	1.587	1.226
31	1.346	1.276	1.268	1.226
32	1.335	1.197	1.249	1.217
Min. PgaSL/Pga%	1.207	1.009	1.051	1.024

Dalla tabella che precede si evince come l'intervento progettato ha risposto positivamente infatti la struttura risulta sismicamente adeguata, infatti il calcolo della struttura nelle condizioni post intervento ha restituito valori ζ_E sempre maggiore di 1 .

PushOver – Stato Attuale Corpo B : la struttura risulta andare in collasso per carichi statici per molte condizioni di Push – over, mentre per altre da valori ζ_E sempre inferiori a 1 (vedi tabella che segue), mediante lo studio di criticità è stato possibile definire gli interventi necessari a rendere la struttura adeguata in termini statici e sismici, quindi al livello globale e locale.

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	.174	.142	.063	.049
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	.174	.142	.063	.049
9	0	0	0	0
10	.029	.023	.01	.008
11	0	0	0	0
12	.087	.071	.031	.024
13	0	0	0	0
14	.029	.023	.01	.008
15	0	0	0	0
16	.087	.071	.031	.024
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	.029	.023	.01	.008

RELAZIONE DI CALCOLO

21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	.029	.023	.01	.008
25	0	0	0	0
26	.029	.023	.01	.008
27	0	0	0	0
28	1.038	.847	.378	.292
29	0	0	0	0
30	.029	.023	.01	.008
31	0	0	0	0
32	1.066	.869	.388	.3
Min. PgaSL/Pga%	0	0	0	0

Tabella riassuntiva delle PushOver – Stato Futuro (ξ_E)Corpo B:

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
1	2.379	2.231	1.588	1.227
2	2.09	2.18	1.588	1.227
3	1.189	1.17	1.588	1.227
4	1.144	1.076	1.588	1.227
5	2.246	2.239	1.588	1.227
6	2.184	2.197	1.588	1.227
7	1.302	1.251	1.588	1.227
8	1.256	1.136	1.588	1.227
9	2.077	1.985	1.588	1.227
10	1.813	1.997	1.588	1.227
11	1.225	1.201	1.588	1.227
12	1.117	1.053	1.588	1.227
13	2.004	1.914	1.588	1.227
14	1.929	1.983	1.588	1.227
15	1.346	1.292	1.588	1.227
16	1.225	1.111	1.588	1.227
17	1.662	1.837	1.313	1.02
18	2.002	1.906	1.588	1.227
19	1.066	1.029	1.588	1.227
20	1.285	1.251	1.588	1.227
21	1.837	1.92	1.588	1.227
22	1.927	1.848	1.588	1.227
23	1.164	1.089	1.588	1.227
24	1.429	1.338	1.588	1.227
25	2.085	2.215	1.588	1.227
26	2.341	2.098	1.588	1.227
27	1.089	1.048	1.588	1.227
28	1.256	1.198	1.588	1.227
29	2.167	2.221	1.588	1.227
30	2.206	2.093	1.588	1.227
31	1.189	1.107	1.588	1.227
32	1.377	1.289	1.588	1.227
Min. PgaSL/Pga%	1.066	1.029	1.313	1.02

Dalla tabella che precede si evince come l'intervento progettato ha risposto positivamente infatti la struttura risulta sismicamente adeguata, infatti il calcolo della struttura nelle condizioni post intervento ha restituito valori ζ_E sempre maggiore di 1 .

Giudizio motivato dell'accettabilità dei risultati

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLO, SLC, SLV, SLE e SLD) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al D.M. 17.01.2018 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

SOFTWARE UTILIZZATO : CDSWin, versione 2022 con chiave n° 31839

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo. Inoltre si allega al progetto la validazione del codice di calcolo redatto dal produttore del software per molteplici schemi di calcolo.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

Pertanto si ritiene accettabile il risultato ottenuto con il codice di calcolo utilizzato.

MODELLI DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU, SLE e SLD) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al D.M. 17.01.2018 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

DURABILITA'

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure e la deformabilità. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 17.01.2018.

PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

IL TECNICO

Arch. Sheila VINTI