

Comune di PATERNO

Provincia di POTENZA

RELAZIONE di CALCOLO

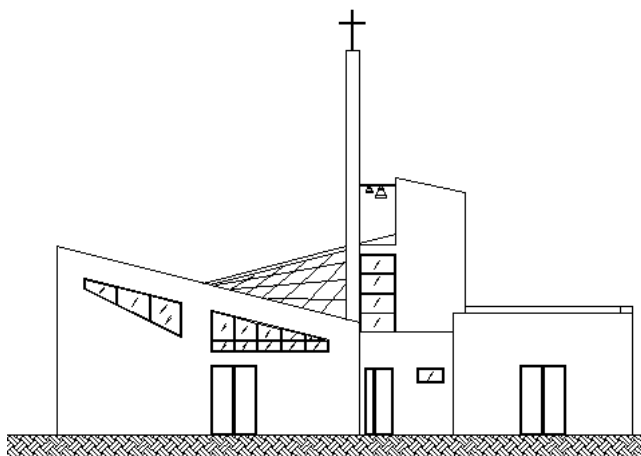
D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Oggetto: Lavori di ristrutturazione e adeguamento funzionale
Chiesa San Bartolomeo Località Piazzolla PATERNO (PZ).

Committente:

Parrocchia S. Giovanni Evangelista

Data:



Il Committente

(Parrocchia S. Giovanni Evangelista)

Il Progettista

(Geom. Giuseppe SANGIORGIO)

SANGIORGIO GIUSEPPE
2025.06.06 19:33:01
CN=SANGIORGIO GIUSEPPE
C=IT
2.5.4.4=SANGIORGIO
2.5.4.42=GIUSEPPE

RSA/2048 bits

Il Progettista Strutturale

(Ing. Nicola DI GRAZIA)

DI GRAZIA NICOLA
2025.06.06 19:45:04
CN=DI GRAZIA NICOLA
C=IT
2.5.4.4=DI GRAZIA
2.5.4.42=NICOLA

Il Direttore dei lavori

(Geom. Giuseppe SANGIORGIO)

SANGIORGIO GIUSEPPE
2025.06.06 19:33:29
CN=SANGIORGIO GIUSEPPE
C=IT
2.5.4.4=SANGIORGIO
2.5.4.42=GIUSEPPE

RSA/2048 bits

Oggetto.

Lavori di ristrutturazione e adeguamento funzionale
Chiesa San Bartolomeo Località Piazzolla PATERNO (PZ).

Soggetti interessati.

In riferimento ai relativi nominativi, si farà riferimento alla terminologia di seguito usata:

- Committente -

Nome e cognome : Parrocchia S. Giovanni Evangelista
Indirizzo :
Città : PATERNO
Provincia : POTENZA
Telefono :

- Progettista -

Nome e cognome : geom. Giuseppe SANGIORGIO
Indirizzo : contrada Raia Carbone
Città : PATERNO
Provincia : POTENZA
Telefono :

- Progettista Strutturale -

Nome e cognome : Ing. Nicola DI GRAZIA
Indirizzo :
Città : MARSICONUOVO
Provincia : POTENZA
Telefono :

- Direttore dei lavori -

Nome e cognome : geom. Giuseppe SANGIORGIO
Indirizzo : contrada Raia Carbone
Città : PATERNO
Provincia : POTENZA
Telefono :

Localizzazione.

Comune : PATERNO
Provincia : POTENZA
Indirizzo : località Piazzolla

- Dati Catastali -

Foglio di mappa : n. 29
Particella : n. 145
Sub. : //



Descrizione del contesto edilizio

La chiesa è situata in un territorio morfologicamente pianeggiante con vocazione agricola; essa non essendo in aderenza con altre costruzioni può considerarsi come un'unità strutturale a sé stante.

L'altitudine del sito s. l. m. è di circa 623 metri mentre la distanza dalla linea di costa è di circa 26 km. Il sito ricade in zona classificata sismica di prima categoria (zona 1) con la O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003.

Le coordinate geografiche sono:

Latitudine (WGS84) : **40°.3535**

Longitudine (WGS84) : **15°.7468**

Latitudine (ED50) : **40°.3545**

Longitudine (ED50) : **15°.7477**

Confini.

Il lotto su cui insiste l'opera oggetto della relazione confina con i seguenti soggetti:

- Confine Nord – Strada comunale
- Confine Sud – Altra ditta
- Confine Est – Altra ditta
- Confine Ovest – Strada comunale

Caratteristiche geologiche.

Dalla Relazione Geologica redatta dal Dott. Geologo Nunzio ORIOLO si riporta il seguente andamento stratigrafico del terreno:

Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Filo : Filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;

Colonna : Nome della colonna stratigrafica;

Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;

Falda : Presenza della falda;

Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);

Pos. Piano Posa : Posizione del piano di posa rispetto all'estradosso dell'elemento di fondazione;

No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.

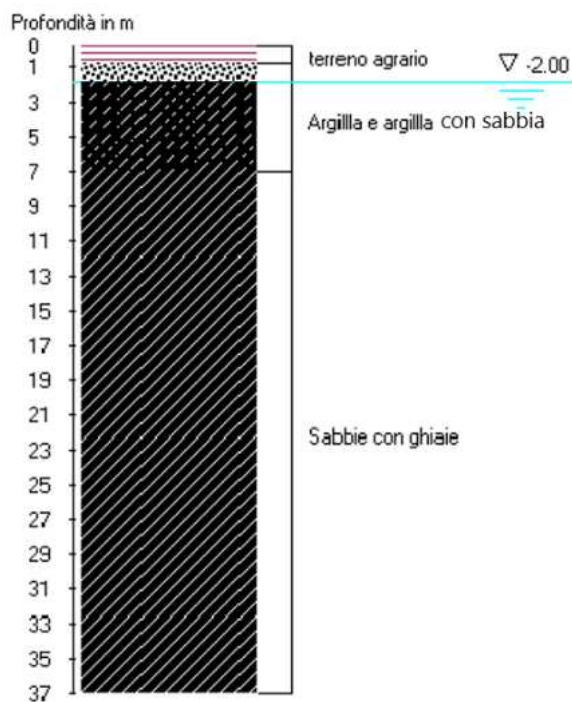
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Pos. Piano Posa [cm]	No. Strati
1	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
2	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
3	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
4	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
5	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
6	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
7	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
8	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
9	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
10	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3

	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
11	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
12	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
13	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3
14	Colonna 1	Fondazione	Presente	200.00	-120.00	3
	Colonna 1	1	Presente	200.00	-120.00	3

Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : Nome della colonna stratigrafica;
 Strato : Nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
 Spess. : Spessore dello strato;
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;
 ϕ : Angolo di attrito del terreno;
 C : Coesione drenata del terreno;
 Cu : Coesione non drenata del terreno;
 E : Modulo elastico del terreno;
 G : Modulo di taglio del terreno;
 ν_t : Coefficiente di Poisson;
 E_{ed} : Modulo Edometrico;
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m ³]	Peso eff. [daN/m ³]	NSPT T	Qc [daN/cm ²]	ϕ [°]	C [daN/cm ²]	Cu [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	ν_t [°]	E_{ed} [daN/cm ²]	OCR
Colonna 1	terreno agrario	100.00	1850.00	850.00	1.00	-	25.00	0.00	0.09	15.00	93.00	0.35	7.00	1.00
	Argilla e argilla	620.00	2250.00	1250.00	14.00	-	27.00	0.09	0.94	140.00	775.00	0.33	64.00	1.00
	Sabbie con ghiaie	3000.00	2220.00	1220.00	25.00	-	27.00	0.17	1.70	250.00	1080.00	0.32	115.00	1.00



Le caratteristiche sismiche del sottosuolo riportate nella relazione geologica a firma del dott. Geologo Nunzio Oriolo, in allegato al progetto, sono da ritenersi abbastanza rappresentative della categoria “B” ai sensi delle vigenti NTC 2018, che corrisponde a ***“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”***. Inoltre, è stata assegnata al sito la **Categoria Topografica T1**, rappresentativa di superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$.

Il sito si presenta pianeggiante, pertanto sarà adottato nella definizione dell'azione sismica un coefficiente topografico $S_T=1$. Il coefficiente di amplificazione stratigrafica caratteristico per il sito in questione assume valore $S_S=1,328$ per SLV.

Il valore del coefficiente di sottosuolo complessivo vale: $S = S_T S_S = 1 (1,328) = 1,328$.

Normative di Riferimento.

Tutte le operazioni illustrate nel proseguo, relative all'analisi della struttura ed alle verifiche sugli elementi sono state effettuate in piena conformità alle seguenti norme:

Norme Tecniche C.N.R. 10011:

'Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.'

Norme C.N.R. 10024:

'Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.'

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003:

'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.'

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:

'Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003.'

Norma UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2:

'Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici'

Norma UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:

'Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.'

Norma UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8:

'Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali.'

D.M. 17/01/2018:

'Norme tecniche per le costruzioni.'

Descrizione dello Stato attuale.

La costruzione risale al periodo 1973–1975 ed è stata finanziata con fondi della ex Cassa per il Mezzogiorno su suolo espropriato a cura dell'Ente Consorzio di Bonifica che, successivamente, nell'anno 1980, provvedeva alla consegna dell'opera all'Ente ecclesiastico.

La Chiesa, avente una capienza inferiore alle 100 persone, si presenta all'esterno con una facciata a forma trapezoidale caratterizzata dalla presenza del portone di ingresso e due finestre, nella parte superiore, anch'esse trapezoidali che si rifanno alle linee della facciata.

Al suo interno l'unica navata presenta il presbiterio, leggermente rialzato rispetto al piano di calpestio, dove trovasi posizionato l'altare. Esternamente, poi, si ha una struttura campanaria delimitata da due elementi verticali di cui uno a vela di forma triangolare, con il punto più alto alla quota 12,70 metri dal piano campagna e l'altro alla quota inferiore di 8,50 metri.

Tutto l'impianto architettonico del manufatto è inscritto in un rettangolo lungo 19,00 metri e largo 10,00 metri circa. Ad esso si accede direttamente dalla via comunale ivi esistente attraverso l'area esterna pertinenziale sistemata a verde e recintata.

L'unico piano terra occupa una superficie lorda di complessivi 190 mq circa, mentre quella netta è di circa 156 mq ed è articolata nei seguenti ambienti:

- Aula liturgica84,64 mq
- Sagrestia.....16,20 mq
- Sala catechesi.....44,80 mq
- Disimpegno + w. c.10,51 mq

La **struttura portante** è in muratura di pietra intonacata sulle due facce, dello spessore di circa 40 cm con **fondazioni di tipo diretto** in conglomerato cementizio (presumibilmente debolmente armate o non armate) incassate per una profondità di circa 80 cm dal piano di campagna.

L'osservazione diretta dell'opera mediante i sopralluoghi effettuati per i rilievi metrici del manufatto, non ha evidenziato segni deformativi da correlare ad una insufficienza del sistema di fondazione, pertanto non si sono ritenute necessarie indagini di approfondimento né sulla costituzione delle fondazioni né sulla natura dei terreni, infatti, essi risultano stabili non essendo evidente nessun dissesto e/o cedimento riconducibile a cedevolezza degli stessi e ciò anche in quanto i lavori per gli interventi proposti da realizzare, non comporteranno aumenti superiori al 10% dei carichi complessivi agenti in fondazione.

Muratura.



Fondazione.



Le coperture dei vari ambienti (sala catechesi, locale ingresso/disimpegno e doppio volume della sagrestia) sono costituite da solai piani in latero cemento (*lastrici solari*) impostati a quote diverse dal piano di campagna e rispettivamente, alle quote di 3,85 metri, 3,25 metri e 6,20 metri.

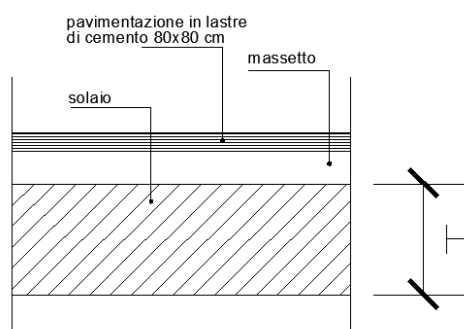
La restante parte di copertura sull'aula liturgica, a pianta quadrata, è costituita da un solaio voltato a superficie curva che raccorda la maggiore quota sommitale di 6,20 metri con quella minore di 3,70 metri delle pareti perimetrali triangolari.

L'orditura portante dei solai piani, è formata da travetti e pignatte in laterizio nella conformazione tipica dei solai gettati in opera ad unica campata, caratterizzati da un'altezza $H=20$ cm (circa) desunta dagli elaborati grafici degli atti contabili finali risalenti all'epoca di costruzione del fabbricato (1975).

Per il solaio voltato dell'aula liturgica, si è proseguito con un sondaggio, i cui esiti hanno evidenziato che risulta realizzato da elementi di alleggerimento in cemento a sezione circolare del diametro di 25 cm, spessore 7 mm e le barre di armatura poste nella zona inferiore con una caldana superiore di circa 5 cm per un'altezza $H=30$ cm (circa).

All'estradosso dei solai di copertura è stato realizzato un massetto con sovrastante pavimentazione in lastre di graniglia di cemento aventi forma quadrata di lato 80 cm e spessore 4 cm; l'intradosso è intonacato e non risultano visibili segni di dissesti in atto o potenziali.

Schema della sezione tipica dei solai di copertura.



Per quanto detto i rilievi metrici hanno permesso la conoscenza delle caratteristiche della struttura senza tuttavia procedere all'esecuzione di carotaggi o prelievi per analisi di laboratorio affidandosi quindi, al solo controllo visivo esterno e a qualche saggio sulla muratura, sui solai e in fondazione.

Il rilievo è stato concepito come strumento pre - diagnosi dello stato di salute dell'edificio, rappresentando il più fedelmente possibile la situazione dello stato di fatto riportata negli elaborati grafici di riferimento e nella documentazione fotografica.

Quadro fessurativo e criticità.

L'intero edificio non presenta problemi visivi di carattere statico. Il **quadro fessurativo** sulle murature e sulle strutture di copertura dei lastrici solari e del solaio voltato della sala liturgica, risulta pressochè nullo.

Si è notata però, la proliferazione di muschio e muffa sui manti di copertura a causa dell'umidità presente nei materiali e questi organismi favorendo l'accumulo di acqua, nel tempo, hanno causato danni significativi alle strutture associandosi anche al cattivo funzionamento dei bocchettoni per lo smaltimento dell'acqua piovana e ai difetti e perdite nei pluviali, fatto facilmente riscontrabile con un semplice esame a vista.

Infatti, come ben evidenziato dal rilievo fotografico allegato, si riscontrano numerose efflorescenze sulle murature esterne con ammaloramento delle tinteggiature e degli intonaci oltre che sulle pareti interne della sala catechesi e non solo, dove sono visibili sui muri e soffitti i segni dovuti alle infiltrazioni d'acqua con la presenza di ampie e vistose macchie d'umidità che variano in colore dalle tonalità scure a quelle più chiare con deterioramento delle tinteggiature e degli intonaci con numerose discontinuità ed anomalie.

Le macchie d'umidità indicano che l'acqua si è accumulata in quelle zone a seguito delle infiltrazioni dalla parte esterna dell'edificio e soprattutto dalle coperture.

La presenza di queste macchie, di forma e dimensioni diverse, è un chiaro segnale che l'acqua è penetrata nella struttura. Altro segno comune è la presenza di muffa e funghi, chiaro indicatore di problemi di umidità persistente. Si riscontrano, inoltre, anche problemi di umidità per risalita capillare sulle murature.

Le percolazioni di acqua provenienti dal tetto hanno, altresì, provocato prima il rigonfiamento e poi il distacco dell'intonaco in corrispondenza degli architravi in c.a. posti sulle aperture dei vani porte e finestre con la conseguente espulsione del copriferro ed esposizione delle barre di armature, come ben evidenziano dalle foto di seguito riportate.

Architravi di alcune finestre.

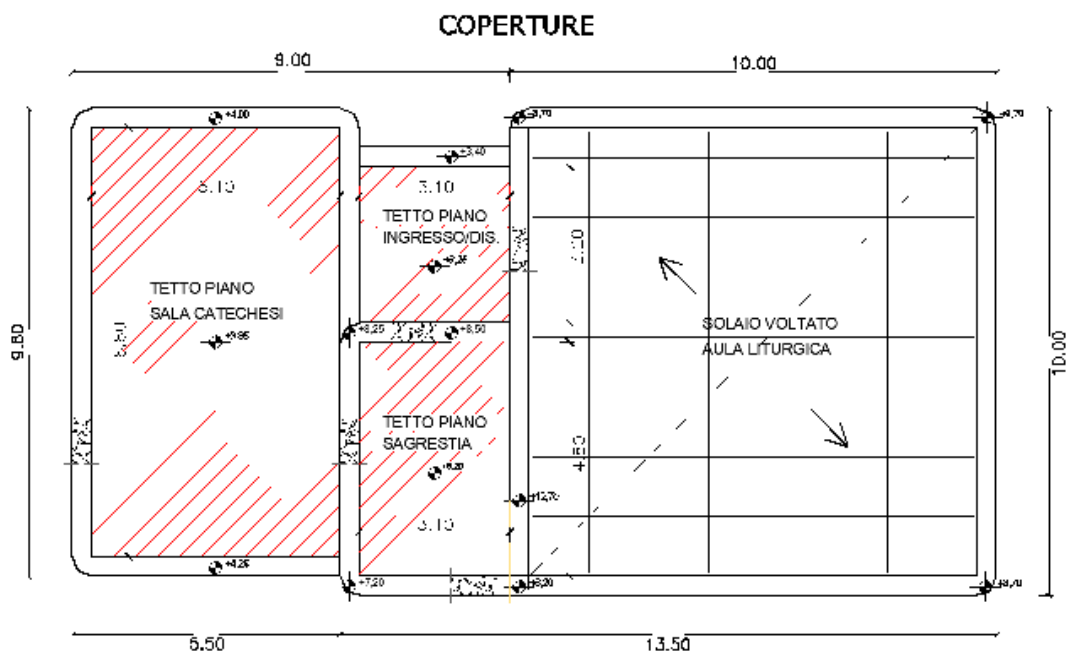


Descrizione degli interventi.

Il progetto sotto l'aspetto strutturale prevede gli interventi di seguito descritti.

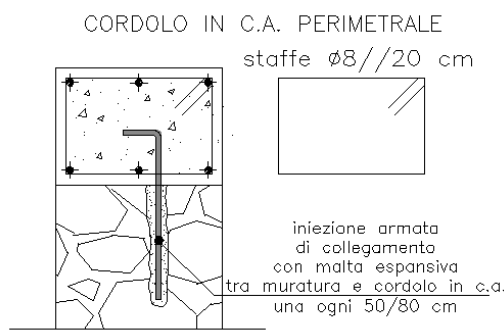
A. Coperture in legno lamellare.

Sulle superfici piane dei lastrici solari (*evidenziate con tratteggio rosso nella planimetria che segue*) è prevista la realizzazione di strutture leggere in legno lamellare, a bassa pendenza (circa il 5%), su cui verranno poggiati dei pannelli metallici isolanti (spessore 6 cm) allo scopo di garantire agli ambienti sottostanti un'adeguata protezione nei confronti degli eventi meteorici, mentre sulla restante parte di copertura (solaio voltato dell'aula liturgica) si prevede la messa in opera di un idoneo sistema di pannelli termo isolanti con fissaggi meccanici e preaccoppiati a membrane impermeabili.



In particolare,

1. sul lastrico solare (tetto piano) della sala catechesi, avente dimensioni nette di 5,10 x 8,80 metri, la copertura sarà costituita da **due travi principali (rompitratta) in legno lamellare GL24h, a sezione rettangolare 18x28 cm (interasse 3,04 metri)** sulle quali poggeranno una serie di **travi secondarie anch'esse in legno lamellare GL24h (interasse 73 cm circa) a sezione rettangolare 12x16 cm**, a formare l'unico spiovente a bassa pendenza 5% (circa).
2. Sulle murature delle pareti perimetrali verranno, quindi, realizzate **cordolature sommitali di coronamento in calcestruzzo armato di limitata altezza, a sezione rettangolare 30x30 cm e 40x40 cm con una veletta di chiusura, anch'essa in c. a. gettata in opera, larga 15 cm per un'altezza media di 45 cm.** Il collegamento tra i cordoli in c.a. e la sottostante muratura verrà migliorato tramite **perforazioni armate** per incrementare la resistenza della muratura disponendo allo scopo elementi metallici di connessione, uno ogni 50/80 cm, tra la stessa e il cordolo.



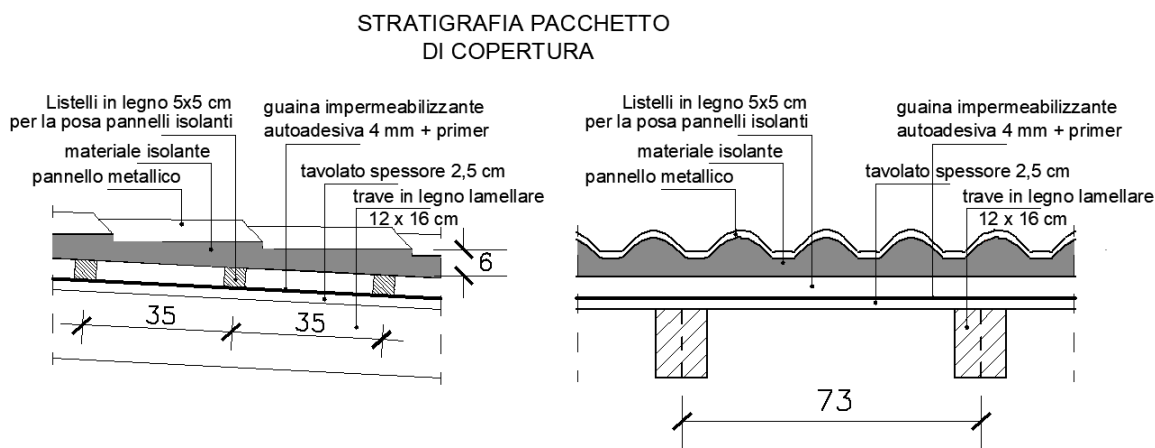
- Ai cordoli, poi, verranno fissate mediante **barre filettate $\Phi 12$** , su entrambi i lati opposti di appoggio, le **travi di banchina (dormienti) in legno lamellare GL24h di sezione 18x24 cm** a cui saranno collegate le travature secondarie.
3. Analogamente, sui lastrici solari della zona ingresso e della sagrestia, posti rispettivamente, alle quote di 3,25 metri e 6,20 metri dal p. c. e aventi dimensioni nette di 3,10 x 3,20 metri e di 3,10 x 4,80 metri, le strutture in legno lamellare GL24h di ciascun spiovente a bassa pendenza (5%), saranno costituite da una **trave principale di sezione rettangolare 12x20 cm** collocata nella parte alta dell'unica falda per l'appoggio delle **travi secondarie di sezione 12x16 cm** le quali dalla parte del lato gronda verranno collegate - per la copertura della zona ingresso - sul **dormiente 12x20 cm** fissato al cordolo sommitale in c.a. con barre filettate $\Phi 12$ e - per la copertura della zona sagrestia - su di un'altra **trave principale di sezione 12x20 cm** collocata sul lato opposto.
 4. Al di sopra delle travi principali e delle travature secondarie di dette coperture, verrà posizionato un **tavolato continuo** in legno abete massello, classe di resistenza C24, dello **spessore di 2,5 cm** formato da tavole grezze rettangolari delle dimensioni di 15 x 160 cm, fissate alla sottostante struttura mediante chiodi $\Phi 2,5$ x 50 mm e disposte in senso ortogonale alle travi con i giunti sfalsati.

Il tavolato, inchiodato ortogonalmente alle travi della copertura, garantirà l'irrigidimento e la stabilizzazione della stessa, inoltre, esso adeguatamente impermeabilizzato, sarà di supporto al manto di

copertura costituito da pannelli metallici isolanti di spessore 6 cm, posati su listelli di abete massello C24 di sezione 5 x 5 cm.

5. Pertanto, il **pacchetto di copertura** prevede la seguente stratigrafia:

1. tavolato in legno abete massello C24, spessore 2,5 cm
2. guaina impermeabilizzante autoadesiva (4 mm) + primer
3. listelli in legno abete massello C24, sezione 5 x 5 cm per posa pannelli metallici isolanti
4. pannello metallico isolante, spessore 6 cm



6. Sulle coperture lignee prima descritte, verrà realizzato **un sistema di controvento** costituito da nastri forati in acciaio zincato di larghezza 80 mm e spessore 2,5-3 mm, disposti sopra il tavolato e chiodati in corrispondenza delle travi secondarie mediante chiodi ad aderenza migliorata scanalati, di lunghezza 60 mm e diametro 4 mm. I nastri forati verranno messi in tensione mediante appositi tenditori e fissati alle estremità con piastre di ancoraggio. Le finalità di tale sistema di controventi in acciaio sono quelle di aumentare la rigidezza delle coperture e garantire una distribuzione il più possibile uniforme delle azioni sismiche sulle murature.

B. Cerchiatura in c.a. per allargamento porta di ingresso principale aula liturgica.

In relazione al previsto allargamento dell'esistente porta di accesso principale all'aula liturgica, dalle attuali dimensioni di 1,50 x h 2,30 metri a quelle di 1,80 x h 2,70 metri (circa), verrà eseguita una cerchiatura in c. a. del vano porta allargato associata alla tamponatura di parte della soprastante finestra triangolare ed a un intervento mediante intonaco armato sulla esistente muratura, con la finalità di ripristinare la preesistente resistenza della parete e per garantire una migliore ripartizione dei carichi verticali.

C. Riparazione locale di elementi strutturali.

In corrispondenza degli architravi in c. a. dei vani finestre e delle porte, verranno rimosse e asportate tutte le parti deteriorate, incoerenti e in fase di distacco del copriferro, al fine di

ottenere un supporto adeguatamente preparato per la corretta adesione dei prodotti che verranno utilizzati a protezione delle armature. Il copriferro verrà ripristinato con malta premiscelata tixotropica a presa rapida.

Caratteristiche dei materiali.

Nell'ambito del progetto, per sviluppare i calcoli strutturali, si è fatto riferimento ai parametri tecnici dei seguenti materiali divisi per categoria di appartenenza:

Per il **tavolato** (spessore 2,5 cm) e i **listelli** (sezione 5x5 cm) per la posa dei pannelli metallici isolanti, si prevede l'uso di legno massello classe di resistenza **C24** con i seguenti valori:

PROFILO CARATTERISTICO		
Classe		C24
Descrizione ...		Massello C24
Resistenza Caratteristica		N/mm ²
Flessione	$f_{m,k}$ =	24
Trazione Parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$ =	14
Trazione Ortogonale alle fibre	$f_{t,90,k}$ =	0,5
Compressione Parallela alle fibre	$f_{c,0,k}$ =	21
Compressione Ortogonale alle fibre	$f_{c,90,k}$ =	2,5
Taglio	$f_{v,k}$ =	2,5
Rigidezza		N/mm ²
Modulo Elastico Parallelo Medio	$E_{0,mean}$ =	11000
Modulo Elastico Parallelo Caratteristico	$E_{0,05}$ =	7400
Modulo Elastico Ortogonale Medio	$E_{90,mean}$ =	370
Modulo Elastico Tangenziale Medio	G_{mean} =	690
Massa		Kg/m ³
Massa Volumica Caratteristica	ρ_k =	350

Per le **travi principali e per quelle secondarie**, si prevede l'uso di legno lamellare incollato della classe di resistenza **GL24h** con i seguenti valori:

PROFILO CARATTERISTICO		
Classe		GL24h
Descrizione ...		Lamellare GL24h
Resistenza Caratteristica		N/mm ²
Flessione	$f_{m,k}$ =	24
Trazione Parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$ =	16,5
Trazione Ortogonale alle fibre	$f_{t,90,k}$ =	0,4
Compressione Parallela alle fibre	$f_{c,0,k}$ =	24
Compressione Ortogonale alle fibre	$f_{c,90,k}$ =	2,7
Taglio	$f_{v,k}$ =	2,7
Rigidezza		N/mm ²
Modulo Elastico Parallelo Medio	$E_{0,mean}$ =	11600
Modulo Elastico Parallelo Caratteristico	$E_{0,05}$ =	9400
Modulo Elastico Ortogonale Medio	$E_{90,mean}$ =	390
Modulo Elastico Tangenziale Medio	G_{mean} =	720
Massa		Kg/m ³
Massa Volumica Caratteristica	ρ_k =	380

Muratura.

In mancanza di indagini strumentali in sito e laboratorio le proprietà meccaniche della muratura sono state desunte dalla tabella **C.8.5.1** della Circolare 21 gennaio 2019, n.7 del C.S.LL.PP.

Tabella C8.5.1 -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20

Calcestruzzo

Nom e	Classe	Rek [daN/c m ²]	v	ps [daN/ m ³]	αt [1/°C]	E_c [daN/c m ²]	FC	$\gamma_{m,c}$	E_{ct}/E_c	f_{ck} [daN/c m ²]	f_{ed} SLV [daN/c m ²]	f_{ctd} SLV [daN/c m ²]	f_{ed} SLD [daN/c m ²]	f_{ctd} SLD [daN/c m ²]	$f_{ctk,0.05}$ [daN/c m ²]	f_{ctm} [daN/c m ²]	σ_{c2} [%]	σ_{cu2} [%]
C25/30	C25/30	300	0.15	2500.00	1.0E-005	314758.06	1.00	1.50	0.50	250.00	141.67	11.97	212.50	17.95	17.95	25.65	2.00	3.50

Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γ_m	γ_E	FC	E_s [daN/cm ²]	f_{yk} [daN/cm ²]	f_{tk} [daN/cm ²]	f_d SLV [daN/cm ²]	f_d SLD [daN/cm ²]	f_d SLE [daN/cm ²]	k	σ_{ud} [%]
B450C	B450C	1.15	-	1.00	2100000.00	4500.00	5400.00	3913.04	4500.00	3913.04	1.00	10.00

Tipologia degli interventi.

Gli interventi proposti descritti in precedenza alle lettere **A. B. C.** , essendo finalizzati al miglioramento tecnico - funzionale dell'edificio:

1. non comportano ampliamenti dell'edificio esistente mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione né comportano sopraelevazione ;
2. non apportano variazioni di classe e/o destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10% dei carichi originari (punto 8.4.1 Circolare n.7/2019 C.S.LL.PP.)
3. non trasformano la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.

e pertanto, possono farsi rientrare nella tipologia degli interventi locali ai sensi delle NTC 2018..

Per dimostrare che in conseguenza degli interventi proposti, la variazione dei carichi in fondazione è minore del 10% dei carichi originari, si riportano i bilanci dei carichi, nelle condizioni di carico dello stato attuale e di progetto, relativamente ai pesi strutturali, permanenti portati e variabili (vedasi il successivo paragrafo relativo all'analisi dei carichi per i dettagli sui carichi assunti).

Tiologia Elemento	STATO ATTUALE [kN]		PROGETTO [kN]	
Muratura		8.148		8.228
Cordoli c.a. e veletta		=====		105
Solai piani	Perm. Strutt.	182	Perm. Strutt.	182
	Perm. Non Strutt.	154	Perm. Non Strutt.	154
	Variabili	136	Variabili	=====
Solaio voltato	Perm. Strutt.	247	Perm. Strutt.	247
	Perm. Non Strutt.	188	Perm. Non Strutt.	16
	Variabili	166	Variabili	166
Copertura L.L. Sala Catechesi	Perm. Strutt.	=====	Perm. Strutt.	13
	Perm. Non Strutt.	=====	Perm. Non Strutt.	15
	Variabili	=====	Variabili	98
Copertura L.L. Ingresso/Dis.	Perm. Strutt.	=====	Perm. Strutt.	1,50
	Perm. Non Strutt.	=====	Perm. Non Strutt.	4
	Variabili	=====	Variabili	21
Copertura L.L. Sagrestia	Perm. Strutt.	=====	Perm. Strutt.	4
	Perm. Non Strutt.	=====	Perm. Non Strutt.	6
	Variabili	=====	Variabili	29
TOTALI		9.227		9.290

Dall'analisi risulta che la somma dei carichi nella condizione dello stato attuale vale:

Ptot = 9.227 kN

mentre la somma dei carichi nella condizione dello stato di progetto vale:

Ptot = 9.290 kN

da cui risulta che si ha un incremento di carichi in fondazione pari a:

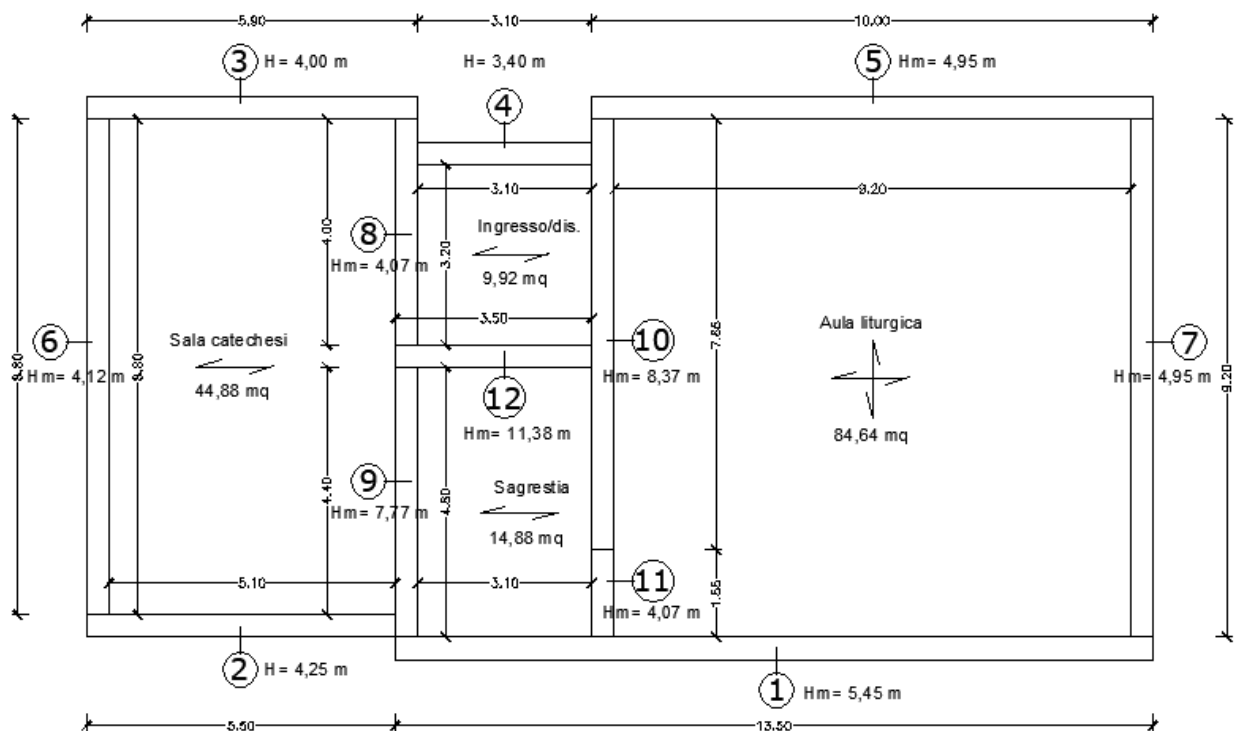
DPtot = 9.290 kN – 9.227 kN = 63 kN pari al 0,67% dei carichi originari.

Analisi dei carichi.

STATO ATTUALE

Carichi permanenti strutturali (G1).

Pianta murature e solai.



Parete N.	Lunghezza a m	Altezza m	Sup. Lorda mq	Sup. Netta mq
1	13,50	5,45 (media)	73,58	73,58
2	5,50	4,25	23,38	23,38
3	5,90	4,00	23,60	20,15
4	3,10	3,40	10,54	8,11
5	10,00	4,95 (media)	49,50	40,12
6	8,80	4,12 (media)	36,26	32,14
7	9,20	4,95 (media)	45,54	36,16
8	4,00	4,07 (media)	16,28	14,30
9	4,80	7,77 (media)	37,29	37,29
10	7,65	8,37 (media)	64,03	62,09
11	1,55	6,20 (media)	9,61	9,61
12	3,50	7,59 (media)	26,56	13,43
		TOTALI	416,17	370,36

Muratura in pietra a conci sbazzati legata con malta e intonacata:

si assume un peso specifico medio di 22 kN/mq x 370,36 mq

=.....**8.148 kN**

Solai.

Elemento	Lunghezza m	Larghezza m	Superficie mq
Solaio piano Sala Catechesi	5,10	8,80	44,88
Solaio piano Ingresso/dis.	3,10	3,20	9,92
Solaio piano Sagrestia	3,10	4,80	14,88
		Sommano	69,68
Solaio voltato Aula Liturgica	9,20	9,20	84,64
		TOTALI	154,32

Solai in latero cemento dei lastrici solari (tetti piani):

soletta: 0,04 x 25 kN/mc =.....1,00 kN/mq

travetti: 2 (0,10x 0,16) x 25 kN/mc =.....0,80 kN/mq

pignatte:0,80 kN/mq

sommano 2,60 kN/mq x 69,68 mq =

.....**182 kN**

Solaio voltato aula liturgica:

soletta: 0,04 x 25 kN/mc =.....1,00 kN/mq

travetti: 4 (0,0135) x 25 kN/mc =.....1,35 kN/mq

elementi circolari di alleggerimento

$\Phi 250$ spess. 7 mm, peso 0,14 kN /ml x 4 =...0,56 kN/mq
 sommano 2,91 kN/mq x 84,64 mq =247 kN

Carichi permanenti non strutturali (G2).

Pavimentazione con lastre in graniglia di cemento,
 80 x 80 cm, spess. 4 cm, si assume un peso di 0,90 kN/mq
 Massetto:0,05 x 20 kN/mc = 1,00 kN/mq
 Intonaco all'intradosso, 2 cm.....0,30 kN/mq
 Sommano 2,20 kN/mq x 69,68 mq =.....154 kN

Pavimentazione con lastre in graniglia di cemento,
 80 x 80 cm, spess. 4 cm, si assume un peso di 0,90 kN/mq
 Massetto:0,05 x 20 kN/mc = 1,00 kN/mq
 Intonaco all'intradosso, 2 cm.....0,30 kN/mq
 Sommano 2,20 kN/mq x 84,64 mq =.....187 kN

Carichi Variabili (Qk).

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione (media durata) 0,50 kN/mq x 69,68 mq = 35 kN
 Neve (breve durata).....1,09 kN/mq x 69,68 mq = 76 kN
 Vento (istantaneo).....0,35 kN/mq x 69,68 mq = 25 kN
 Sommano 136 kN

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione (media durata).....0,50 kN/mq x 84,64 mq = 43 kN
 Neve (breve durata).....1,09 kN/mq x 84,64 mq = 93 kN
 Vento (istantaneo).....0,35 kN/mq x 84,64 mq = 30 kN
 Sommano 166 kN

Progetto

Carichi permanenti strutturali (G1).

Muratura in pietra a conci sbozzati legata con malta e intonacata:
 si assume un peso specifico medio di 22 kN/mq x [(370,36-40,12)+43,74] mq
 =.....8.228 kN

(la superficie considerata è maggiore per l'intervento sulla parete n.5 di cerchiatura in c.a. del vano porta allargato).

Parete N.	Lunghez- za m	Altezza m	Sup. Lorda mq	Sup. Netta mq
5	10,00	4,95 (media)	49,50	43,74

Cordoli in c.a.

0,40 x h 0,40 x 5,50 x 25 kN/mc =22 kN
 0,40 x h 0,30 x 15,50 (svil.) x 25 kN/mc =47 kN

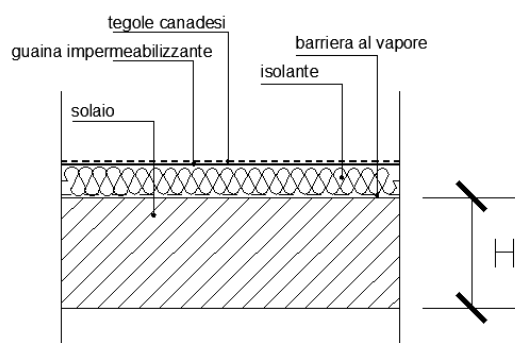
Veletta di chiusura

0,15 x h 0,45 (media) x 21,00 (svil.) x 25 kN/mc =36 kN
 Sommano 105 kN

Solaio voltato aula liturgica

Carichi permanenti non strutturali (G2).

I carichi permanenti non strutturali di tale elemento si modificano come da stratigrafia riportata nella sezione tipo in conseguenza dell'intervento di rimozione della esistente pavimentazione in lastre di graniglia di cemento e del sottostante massetto.



Materiale isolante 6 cm: $0,06 \times 0,32 \text{ kN/mc} = 0,0192 \text{ kN/mq}$
 Guaina impermeabilizzante 4 mm $= 0,0450 \text{ kN/mq}$
 Tegole canadesi..... $= 0,120 \text{ kN/mq}$
 Sommano $0,184 \text{ kN/mq} \times 84,64 \text{ mq} = \underline{\underline{16 \text{ kN}}}$

Coperture L. L.

N	Elemento	Lunghezza m	Larghezza m	Superficie mq
1	Copertura L.L. Sala Catechesi	5,25	9,60	50,40
2	Copertura L.L. Ingresso/dis.	3,10	3,45	10,69
3	Copertura L.L. Sagrestia	3,10	4,80	14,88
			Sommano	73,00

1. Copertura L.L. Sala Catechesi

Carichi permanenti strutturali (G1).

Travi Principali: $3,80 \times 0,18 \times 0,24 \times 1,00 / 3,05 \dots \dots \dots = 0,05 \text{ kN/mq}$
 Travi secondarie: $3,80 \times 0,12 \times 0,16 \times 1,00 / 0,73 \dots \dots \dots = 0,10 \text{ kN/mq}$
 Sommano $0,24 \text{ kN/mq} \times 50,40 \text{ mq} = \underline{\underline{13 \text{ kN}}}$

Carichi permanenti non strutturali (G2).

Tavolato in legno abete massello C24
 spessore 2,5 cm: $3,50 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,025 = 0,090 \text{ kN/mq}$
 Guaina impermeabilizzante autoadesiva (4 mm) + primer... $= 0,045 \text{ kN/mq}$
 Pannello metallico isolante, spessore 6 cm
 + listelli in legno abete massello C24,
 sezione 5 x 5 cm per posa..... $= 0,160 \text{ kN/mq}$
 Sommano $0,295 \text{ kN/mq} \times 50,40 \text{ mq} = \underline{\underline{15 \text{ kN}}}$

Carichi Variabili (Qk).

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione (media durata) $0,50 \text{ kN/mq}$
 Neve (breve durata)..... $1,09 \text{ kN/mq}$
 Vento (istantaneo)..... $0,35 \text{ kN/mq}$
 Sommano $1,94 \text{ kN/mq} \times 50,40 \text{ mq} = \underline{\underline{98 \text{ kN}}}$

2. Copertura L.L. Ingresso/Dis.

Carichi permanenti strutturali (G1).

Trave di colmo/dormiente: $3,80 \times 0,12 \times 0,2 \times 1,00 / 3,25 \dots \dots \dots = 0,028 \text{ kN/mq}$
 Travi Principali: $3,80 \times 0,12 \times 0,16 \times 1,00 / 0,70 \dots \dots \dots = 0,10 \text{ kN/mq}$
 Sommano $0,128 \text{ kN/mq} \times 10,69 \text{ mq} = \underline{\underline{1,50 \text{ kN}}}$

Carichi permanenti non strutturali (G2).

Tavolato in legno abete massello C24

spessore 2,5 cm: $3,50 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,025 = 0,090$ kN/mq

Guaina impermeabilizzante autoadesiva (4 mm) + primer... = 0,045 kN/mq

Pannello metallico isolante, spessore 6 cm

+ listelli in legno abete massello C24,

sezione 5 x 5 cm per posa.....= 0,160 kN/mq

Sommano $0,295 \text{ kN/mq} \times 10,69 \text{ mq} = \underline{\underline{4 \text{ kN}}}$

Carichi Variabili (Qk).

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione (media durata).....0,50 kN/mq

Neve (breve durata).....1,09 kN/mq

Vento (istantaneo).....0,35 kN/mq

Sommano $1,94 \text{ kN/mq} \times 10,69 \text{ mq}$

=21 kN

3. Copertura L.L. Sagrestia

Carichi permanenti strutturali (G1).

Travi Principali: $3,80 \times 0,18 \times 0,24 \times 1,00 / 3,05$= 0,05 kN/mq

Travi secondarie: $3,80 \times 0,12 \times 0,16 \times 1,00 / 0,73$= 0,10 kN/mq

Sommano $0,24 \text{ kN/mq} \times 14,88 \text{ mq} = \underline{\underline{3.57 \text{ kN}}}$

Carichi permanenti non strutturali (G2).

Tavolato in legno abete massello C24

spessore 2,5 cm: $3,50 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,025 = 0,090$ kN/mq

Guaina impermeabilizzante autoadesiva (4 mm) + primer... = 0,045 kN/mq

Pannello metallico isolante, spessore 6 cm

+ listelli in legno abete massello C24,

sezione 5 x 5 cm per posa.....= 0,160 kN/mq

Sommano $0,295 \text{ kN/mq} \times 14,88 \text{ mq} = \underline{\underline{5 \text{ kN}}}$

Carichi Variabili (Qk).

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione (media durata)0,50 kN/mq

Neve (breve durata).....1,09 kN/mq

Vento (istantaneo).....0,35 kN/mq

Sommano $1,94 \text{ kN/mq} \times 14,88 \text{ mq} = \underline{\underline{29 \text{ kN}}}$

Vita nominale.

La vita nominale della costruzione è posta pari a 50 (Opere Ordinarie). La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

Classe d'uso e di duttilità.

In base alla vita utile definita precedentemente, la costruzione viene classificata come II.

Classe di duttilità : B

La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

Azioni sulla struttura.

Ai fini del dimensionamento degli elementi, su scelta del progettista, sono state considerate le seguenti azioni sulla struttura:

- Carico Neve -

Tale calcolo viene effettuato ai sensi di:

D.M. del 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni";

Il carico neve sulle coperture è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$$

Dove: **q_s** è il carico cercato;
μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
q_{sk} è il valore di riferimento del carico neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni.
C_e è il coefficiente di esposizione che viene utilizzato per modificare il carico neve in funzione delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera;
C_t è il coefficiente termico;

C_e = 1.0 valido per topografia: Normale (Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi).

C_t = 1.0

Il carico agisce in direzione verticale ed riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Per il calcolo di q_{sk} si è fatto riferimento alla seguente espressione :

$$q_{sk} = 100 \cdot 0.51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ daN/m}^2$$

valida per:

- Zona 3

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.

- quota 'a_s' del suolo sul livello del mare >200m .

L'altezza sul livello del mare della costruzione è di **622 mt** per cui il valore di riferimento del carico neve al suolo (q_{sk}) è: **136.28 daN/m²**.

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Il tipo di copertura del fabbricato è : **Ad una falda**

con un angolo di **0** gradi sessagesimali.

Il coefficiente di forma μ_i vale **0.80**.

La condizione di carico da considerare è una, la quale deve essere utilizzata per i casi di carico con e senza vento.

$$\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = \underline{\underline{109.03 \text{ daN/m}^2}}$$

- Azione del Vento -

La velocità di riferimento del vento v_r riferita ad un generico periodo di ritorno T_R e all'altitudine del sito è data dall'espressione:

$$v_r = v_{b0} \cdot c_a \cdot c_r$$

dove:

v_r è la velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

c_r è un coefficiente ricavabile dall'espressione:

$$c_r = 0.75((1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)])^{1/2}$$

c_a è un coefficiente di altitudine ricavabile dall'espressione:

$$c_a = 1 + k_s [(a_s/a_0)-1]$$

Nel caso in esame $T_R = 50$ anni

La pressione esterna del vento è data dall'espressione: $p_e = q_b \cdot C_e \cdot C_{pe} \cdot C_d$

La pressione interna del vento è data dall'espressione: $p_i = q_b \cdot C_e \cdot C_{pi} \cdot C_d$

$q_r = 54.24 \text{ daN/mq}$ è la pressione cinetica di riferimento valutata con l'espressione:

$$q_r = 0.1 \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot (v_r)^2) \text{ in (daN/m}^2\text{)}$$

essendo:

$v_r(T_R)$ la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ la densità dell'aria assunta pari a 1.25 daN/m^3 .

C_e = **1.71** è il coefficiente di esposizione.

C_{pe} : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione esterna.

C_{pi} : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione interna.

C_d = **1.00** è il coefficiente dinamico

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione: $p_f = q_b \cdot C_e \cdot C_f$

essendo:

C_f = **0.01** il coefficiente d'attrito

Nel caso in esame la zona selezionata è la **3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria.)**

Il fabbricato si trova sulla terraferma ad una distanza di **26.0 Km** dalla costa e ad un'altezza di **622.00 mt** sul livello del mare.

Il tipo di costruzione è :

Edificio a pianta rettangolare con copertura piana, a falda inclinata o curva.

La superficie della costruzione è **liscia**.

La classe di rugosità del terreno è la **C**: "Aree con ostacoli diffusi(alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D."

Il coefficiente di esposizione C_e , funzione dell'altezza della costruzione $z = 3.50 \text{ mt}$ sul suolo, della rugosità, della topografia del terreno, e dell'esposizione del sito ove sorge la costruzione, è dato dalla formula:

$$C_e(z_{min}) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0)] \text{ valida per } z < z_{min}.$$

Dove: K_r = **0.200**;

z_0 = **0.100**;

z_{min} ... = **5.000**;

sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione.

C_t = **1.000** è il coefficiente di topografia.

I coefficienti di forma sono stati ricavati, per una costruzione di tipo **con copertura a falde**, con un angolo pari a **0°**, avente una parete con aperture di superficie $\leq 33\%$ di quella totale.

Il coefficiente di forma c_{pe} viene riferito all'esterno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione esterna >0 sulla superficie esterna, negativo per depressione (per pressione esterna <0).

Il coefficiente di forma c_{pi} viene riferito all'interno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione interna >0 sulla superficie interna, negativo per depressione (per pressione interna <0).

I valori delle pressioni esterna ed interna da applicare alle varie superfici sono riportati nella seguente tabella:

	C_{pe}	p_e [daN/m ²]	C_{pi}	P_i [daN/m ²]
Falda sopra vento	-0.40	-37.05	0.80	74.09
Falda sottovento	-0.40	-37.05	0.80	74.09
Parete sottovento	-0.40	-37.05	0.80	74.09

L'azione tangente p_f parallela alla direzione del vento e' pari a 0.93 [daN/m²].

- **Azione Sismica** (istantanea) - Spettro di progetto per gli stati limite ultimi.

Trattasi di edificio caratterizzato da:

Vita nominale.

La vita nominale della costruzione è posta pari a $V_N = 50$ anni (Opere Ordinarie). La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

Classe d'uso.

In base alla vita utile definita precedentemente, la costruzione viene classificata come Classe d'uso **II**. La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista, trattasi di edificio di culto (chiesa) il cui uso non prevede particolari affollamenti (<100 persone)

Periodo di riferimento per l'azione sismica.

Per una struttura di classe II si ha un coefficiente d'uso C_U pari a 1,0. Il periodo di riferimento per l'azione sismica vale quindi:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50 \text{ anni}$$

Condizioni Topografiche e Categoria del sottosuolo.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE: superficie pianeggiante condizione **T1**.

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO: il sottosuolo si può classificare nella categoria **C** (vedasi relazione geologica allegata).

Parametri spettro di risposta orizzontale.

Si esegue la verifica agli stati limite ultimi della copertura, considerando lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). A tale stato limite è associata una probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento V_R

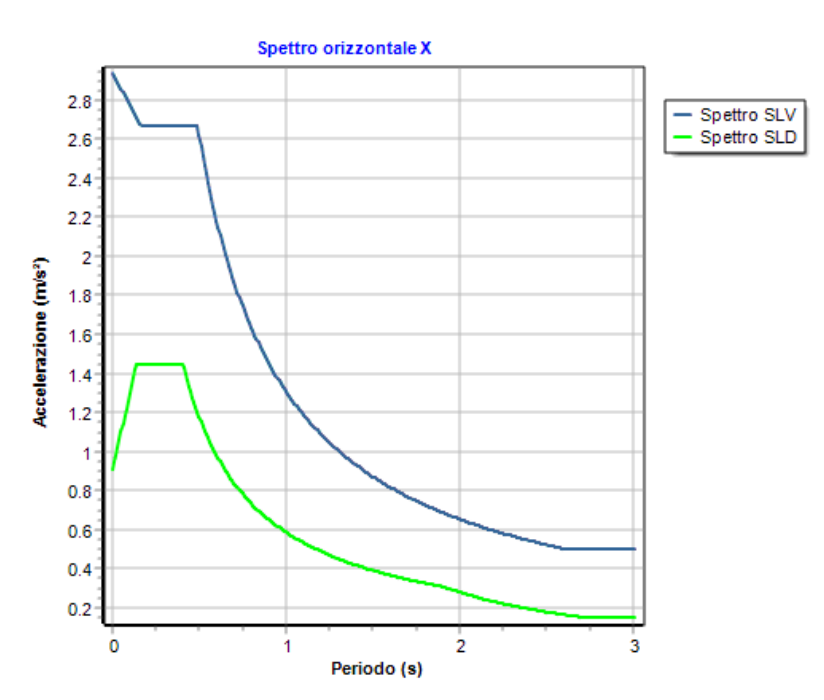
pari al 10%. Il periodo di ritorno T_R dell'azione sismica vale 475 anni.

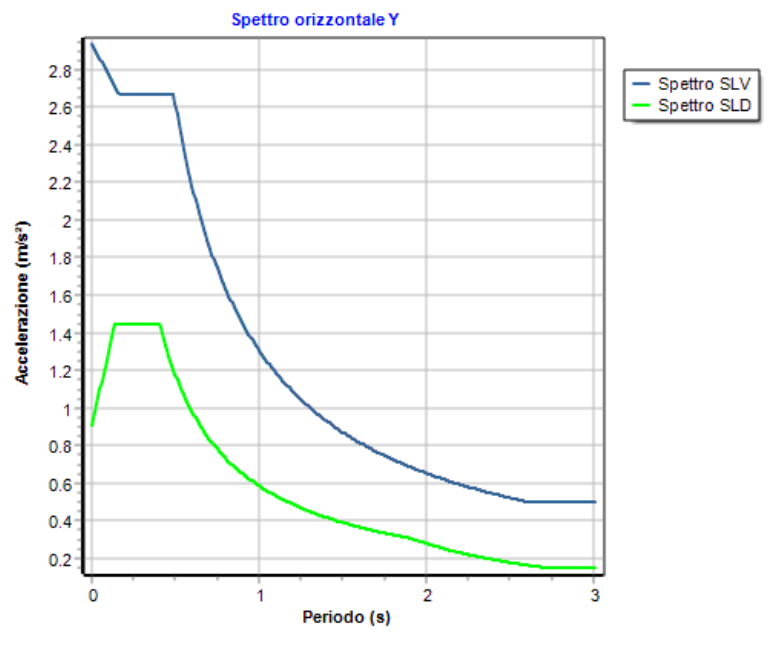
Il sito considerato è in località Piazzolla del Comune di Paterno (PZ) ad un'altitudine di circa 623 m s.l.m. e le sue coordinate (ED50) sono:

Latitudine $40^{\circ}.3545$; Longitudine $15^{\circ}.7476$

I parametri dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) valgono (vedasi relazione sulla modellazione sismica allegata):

	SLV
Tempo di ritorno	475
Accelerazione sismica a_g (g)	0.257
Coefficiente F_0	2.290
Periodo T_C^* [sec]	0.364
Coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica Categoria sottosuolo C	1.35
Coefficiente S_t di amplificazione topografica Categoria T1 suolo pianeggiante	1.00
Coefficiente $S = \text{prodotto } S_s \cdot S_t$	1.35
Periodo T_B [sec]	0.18
Periodo T_C [sec]	0.53
Periodo T_D [sec]	2.63
Coefficiente η	1.00





Tipo di calcolo.

Analisi lineare statica.

Consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica. Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, il periodo T_1 del modo di vibrare principale, può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la seguente relazione:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4} \quad (\text{punto 7.3.5 NTC 2018})$$

dove:

$H = 4,55$ m (altezza della costruzione in metri dal piano di fondazione)

$C_1 = 0,085$ per strutture a telaio in acciaio

0,075 per strutture a telaio in c.a.

0,050 per costruzioni con qualsiasi altra tipologia

Il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione vale:

$$T_1 = C_1 H^{3/4} = 0,050 (4,55)^{3/4}$$

$$T_1 \approx 0,16 \text{ [sec]}$$

L'analisi è valida per $T_1 \leq 2,5 T_C$

Nel caso in esame $2,5 T_C = 2,5 (0,53) = 1,33 \text{ [sec]}$ e quindi, $T_1 \approx 0,16 \text{ [sec]} < 2,5 T_C$

L'entità delle forze sismiche si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T_1 \approx 0,16 \text{ [sec]}$ appartenente all'intervallo $T_B \leq T_1 < T_C$,

$$S_d(T_1) = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot I/q, \text{ dove } q \text{ è il fattore di comportamento.}$$

Il fattore q può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R = 2,8$$

dove,

- K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione e nel caso in esame assume valore unitario (costruzione regolare in altezza);
- q_0 , per una costruzione in muratura ordinaria ad un piano, vale:

$$q_0 = 2,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1 = 2,0 \cdot 1,4 = 2,8$$

$$S_d(T_1) = 0,257 \text{ g} \cdot 1,35 \cdot 2,5 (1/2,8) \approx 0,31 \text{ g}$$

e quindi, la forza da applicare alla massa sismica pensata concentrata a livello del baricentro della copertura in esame vale:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

dove:

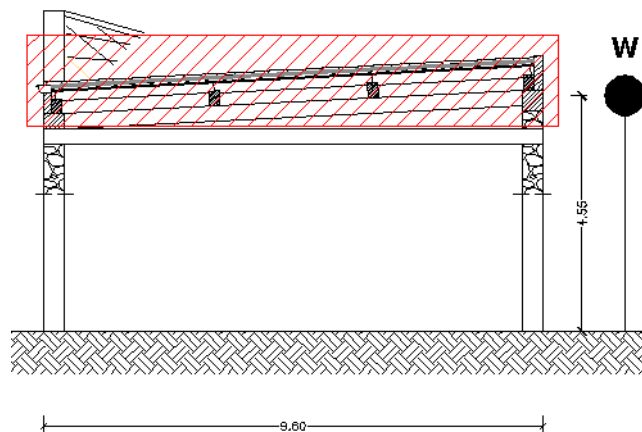
$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di progetto definito al punto 3.2.3.5 delle NTC 2018

W è il peso sismico della struttura in esame

$\lambda = 1,00$

g è l'accelerazione di gravità

T_1 è il periodo del modo di vibrare della struttura in esame



Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$, dove i valori dei coefficienti ψ_{2j} riportati nella tabella 2.5.I delle NTC 2018 assumono un valore nullo per i carichi variabili in copertura.

Travi principali e secondarie:

$$G_1 = [3,80 \times 0,22 \times 0,28 \times 1,00 / 3,05] + [3,80 \times 0,16 \times 0,20 \times 1,00 / 0,73] =$$

$$0,08 \text{ kN/mq} + 0,17 \text{ kN/mq} \approx 0,25 \text{ kN/mq}$$

Pacchetto di copertura:

$$G_2 = 0,36 \text{ kN/mq}$$

$$G_1 + G_2 = 0,25 \text{ kN/mq} + 0,36 \text{ kN/mq} = 0,61 \text{ kN/mq}$$

Si ha quindi, considerando una superficie di copertura pari a $5,10 \text{ m} \times 9,30 \text{ m} \approx 48 \text{ m}^2$:

Elemento	Peso distribuito	Superficie	Peso
Copertura	0,61 kN/m ²	48 m ²	29,28 kN
Muratura	8,8 kN/m ²	10,49 m ²	92,31 kN
Cordolo sommitale	3,5 kN/ml	24,20 ml	85 kN
		Totale	206,59 kN

la forza sismica vale: $F_h = 0,31 \cdot W = 0,31 \cdot 206,59 \text{ kN} = \underline{\underline{64,04 \text{ kN}}}$

