

COMUNE DI PALOMBARA SABINA

PROVINCIA DI ROMA

Progetto per i lavori di demolizione e ricostruzione dei padiglioni sepolcrali n. 16/21 e 17/20 con realizzazione di un nuovo padiglione nell'area "Zona Ponente - Cinque Sassi" nel Cimitero del Comune di Palombara Sabina (RM)

PROGETTO DI FATTIBILITA' - PRELIMINARE

COMMITTENTE

ICHER S.r.L.
Via Roma n. 50, Montelibretti (RM)
Cod. Fisc. e P.IVA:07621941009

Timbro

PROGETTISTA ARCHITETTONICO

Arch. Vincent Emidio Giovanni Pepe
Sede in:
ROMA Via San Martino ai Monti, 60 - 00184
pepe.vincent@gmail.com

Timbro

PROGETTISTA STRUTTURE

Ing. Valerio Orlandi
Sede in:
SUBIACO Via XX Settembre, 7 - 00028
v.orlandi@avpm.it

Timbro

Data:
Giugno 2017

Scala

Agg:

File:

RELAZIONE PRELIMINARE
DELLE STRUTTURE

Doc

06/07

Questi elaborati sono proprietà riservata. E' vietata la riproduzione e/o la distribuzione, in qualsiasi forma, a soggetti non espressamente autorizzati.

Sommario

1	<u>Dati generali</u>	3
1.1	<u>Oggetto dell'intervento</u>	3
1.2	<u>Metodo di calcolo adottato</u>	3
1.3	<u>Normativa di riferimento</u>	3
2	<u>Azioni di calcolo e combinazioni</u>	4
2.1	<u>Peso proprio materiali</u>	4
2.2	<u>Carichi permanenti non strutturali</u>	4
2.2.1	<u>Esterno</u>	4
2.2.2	<u>Copertura a tetto</u>	4
2.3	<u>Carichi variabili</u>	4
2.4	<u>Azioni ambientali</u>	5
2.4.1	<u>Carico neve</u>	5
2.4.2	<u>Azioni del vento</u>	5
2.4.2.1	<u>Velocità del vento</u>	5
2.4.2.2	<u>Pressione del vento</u>	6
2.4.2.3	<u>Pressione cinetica di riferimento</u>	6
2.4.2.4	<u>Coefficiente di esposizione</u>	6
2.4.2.5	<u>Coefficiente dinamico</u>	7
2.4.3	<u>Sisma</u>	8
2.4.3.1	<u>Pericolosità sismica di base</u>	8
2.5	<u>Combinazioni di calcolo</u>	8
3	<u>Nuovi loculi cimiteriali</u>	10
3.1	<u>Schematizzazione azioni statiche</u>	10
3.2	<u>Analisi sismica dinamica</u>	10
3.3	<u>Progettazione per azioni sismiche</u>	10
3.4	<u>Diagrammi spetti di risposta</u>	10
3.5	<u>Schemi strutturali</u>	11
3.5.1	<u>Realizzazione nuovo padiglione</u>	11
3.5.2	<u>Demolizione e ricostruzione padiglioni esistenti</u>	12

Dati generali

Oggetto dell'intervento

Il presente intervento viene classificato come **intervento di nuova costruzione** come previsto dal *D.M. 14/01/2008 Nuove norme tecniche*.

Metodo di calcolo adottato

Il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche sono eseguite utilizzando il metodo di calcolo agli stati limiti.

Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta nel rispetto delle norme, dei regolamenti e delle prescrizioni attualmente vigenti, con particolare riferimento alle seguenti:

- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. G.U. 29/02/2008 n. 30): "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP.

Azioni di calcolo e combinazioni

Peso proprio materiali

Nella valutazione delle azioni di calcolo per i materiali utilizzati si adottano i seguenti pesi per unità di volume:

Calcestruzzo armato	2500 daN/m ³
Acciaio	7850 daN/m ³
Massetto sabbia e cemento	1800 daN/m ³
Pavimento in travertino	2600 daN/m ³
Intonaco	2000 daN/m ³

Carichi permanenti non strutturali

Esterno

I carichi permanenti non strutturali previsti nelle destinazioni esterne al fabbricato sono i seguenti:

Massetto sp. 7 cm	0,07*1800	=	126 daN/m ²
Impermeabilizzazione		=	35 daN/m ²
Pavimento in gres sp. 2 cm	0,015*2600	=	39 daN/m ²
Totale		=	200 daN/m²

Copertura a tetto

I carichi permanenti non strutturali previsti sulle coperture del fabbricato sono i seguenti:

Copertura a tetto spiovente in tegole	=	150 daN/m ²
Totale	=	150 daN/m²

Carichi variabili

In accordo alla tabella 3.1.II del D.M. 14/01/08 (Nuove norme tecniche) sono previsti i seguenti carichi variabili:

Cat.	Ambienti	q _k (daN/m ²)	Q _k (daN)	H _k (daN/m)
E2	Loculi	250		
C2	Ballatoi e scale comuni	400	400	200
H1	Coperture accessibili per sola manutenzione	50	120	100

Azioni ambientali

Carico neve

Sulla struttura è prevista l'applicazione di un carico dovuto a neve così come disposto al punto 3.4 del DM 14/01/2008.

Il sito ricade nel comune di Palombara Sabina, Provincia di Roma ad un'altitudine pari a 270 m sul livello del mare.

Pertanto il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà pari a:

$$q_s = 53 \text{ daN/m}^2$$

Azioni del vento

In accordo al DM 14/01/2008 (Nuove norme tecniche), per le costruzioni usuali le azioni de vento sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 del DM 14/01/2008.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna.

1.1.1.1 Velocità del vento

Come riportato al punto 3.3.2 del DM 14/01/2008, in assenza di specifiche ed adeguate indagini statistiche la velocità del vento v_b , è data dall'espressione:

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

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

pertanto $v_b = 28,05 \text{ m/s}$

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020



1.1.1.2 Pressione del vento

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

uguale pertanto a:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d =$$

q_b = pressione cinetica di riferimento

c_e = coefficiente di esposizione

c_p = coefficiente di forma

c_d = coefficiente dinamico

1.1.1.3 Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_b (N/m²) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 49,20 \text{ daN/mq}$$

con :

v_b = velocità di riferimento del vento (in m/s²) = 28,05 m/s

ρ = densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 Kg/ m³.

1.1.1.4 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria del sito dove sorge la costruzione.

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

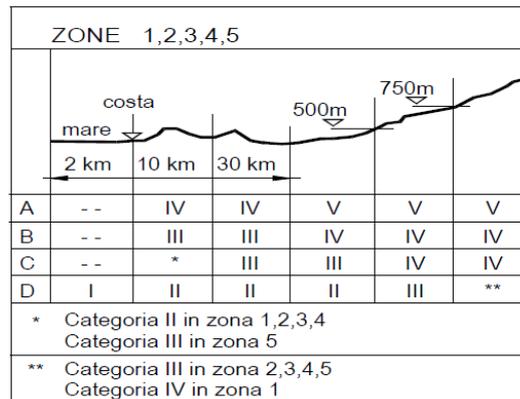
$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

categoria di esposizione del sito = **III** (come riportato al punto 3.3.7 nella Fig. 3.3.2 del DM 14/01/2008).

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni.....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi.....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.



$$k_r = 0,20$$

$$z_0 = 0,10 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 5 \text{ m}$$

assegnati facendo riferimento alla Tab. 3.3.II al punto 3.3.7 del *DM 14/01/2008*.

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

1.1.1.5 Coefficiente dinamico

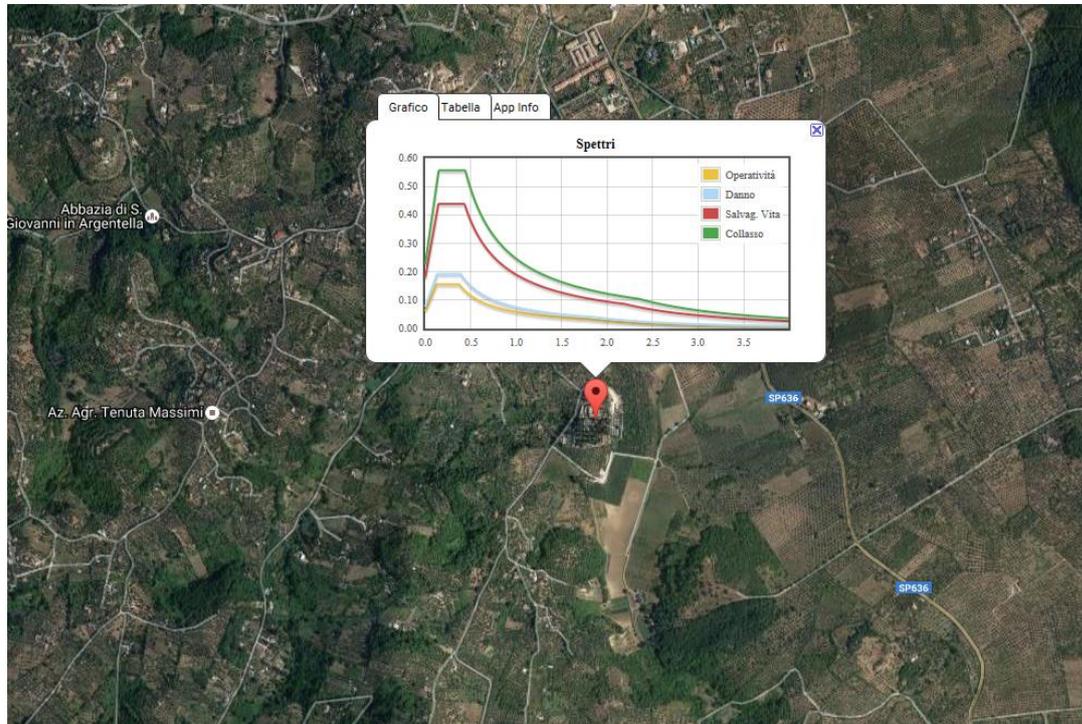
Il coefficiente piano tiene conto degli effetti riduttivi associati alla contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari a 1 nelle costruzioni nelle costruzioni di tipologia ricorrente. (punto 3.3.8. del *DM 14/01/2008*)

Sisma

1.1.1.6 Pericolosità sismica di base

Il sito viene individuato tramite coordinate geografiche:



Longitudine: **12.7702**

Latitudine: **42,05059**

La vita nominale della struttura, definita secondo quanto indicato al punto 2.4.1 del D.M.14/01/2008, risulta, per *opere ordinarie*, pari a:

$$V_n \geq 50 \text{ anni}$$

La struttura si trova in *classe d'uso II* (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali). Il coefficiente d'uso c_u per le strutture di classe II è pari a:

$$c_u = 1,00$$

Si definisce quindi il periodo di riferimento dell'azione sismica come:

$$V_R = V_n c_u = 50 * 1,00 = 50 \text{ anni}$$

Il terreno di fondazione risulta classificabile in **categoria B**.

Il terreno su cui sorge la struttura ha una pendenza media maggiore di 15° si definisce quindi in **categoria topografica T2**.

Combinazioni di calcolo

In accordo al *DM 14/01/2008 (Nuove norme tecniche)* le combinazioni di carico adottate sono le seguenti:

Stati Limite ultimi

$$\gamma_{g1} * G_1 + \gamma_{g2} * G_2 + \gamma_p * P + \gamma_{q1} * Q_{k1} + \gamma_{q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{q3} * \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$$

Stati limite di esercizio

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} * Q_{k2} + \dots \text{ (comb. rare)}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \dots \text{ (comb. frequenti)}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \dots \text{ (comb. quasi perm.)}$$

Sisma

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \dots$$

dove (tabella 2.6.I):

$$\gamma_{g1} = 1,3 \text{ (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)}$$

$$\gamma_{g2} = 1,3 \text{ (0,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)}$$

$$\gamma_p = 1,0 \text{ (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)}$$

$$\gamma_q = 1,50 \text{ (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)}$$

mentre i coefficienti di combinazione delle azioni variabili sono riportati di seguito (tabella 2.5.I)

Tipologia azione	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
abitazioni	0,7	0,5	0,3
uffici, negozi, scuole	0,7	0,5	0,3
Ambienti affollati	0,7	0,7	0,6
Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Biblioteche, archivi magazzini	1,0	0,9	0,8
Rimesse e parcheggi (P < 30KN)	0,7	0,7	0,6
Rimesse e parcheggi (P > 30KN)	0,7	0,5	0,3
Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (quota ≥ 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Nuovi loculi cimiteriali

Schematizzazione azioni statiche

Le azioni statiche sono state calcolate in base all'analisi dei carichi riportate nei paragrafi precedenti, considerando le aree di influenza di ogni elemento. Le azioni verticali vengono schematizzate mediante carichi uniformemente ripartiti sulle travi e sulle piastre.

Analisi sismica dinamica

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi. I modi di vibrazione considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell'85% della massa totale della struttura. Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento). Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo. Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

Progettazione per azioni sismiche

L'edificio ricade nella tipologia delle *strutture a pareti non accoppiate*, ed inoltre risulta **non regolare in pianta e regolare in altezza**.

Si sceglie di progettare la struttura in *Classe di duttilità bassa*.

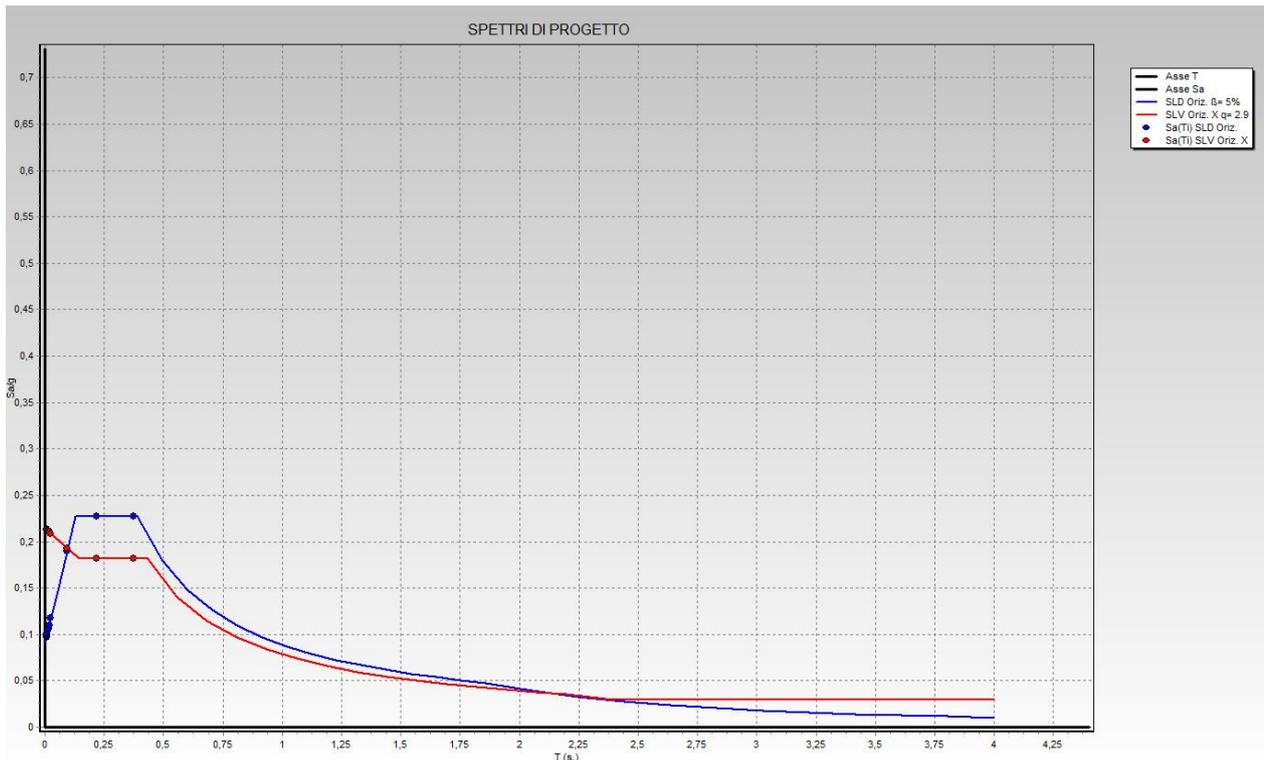
Il *fattore di struttura*, calcolato secondo quanto indicato al punto 7.8.1.3 del D.M.14/01/2008 fornisce un valore pari a: **2,9**

Le verifiche verranno eseguite considerando gli Stati Limite di salvaguardia della vita (SLV) e di danno (SLD).

Per i calcoli e le verifiche della struttura viene effettuata una **analisi dinamica lineare**, eseguita secondo quanto indicato al punto 7.3.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008.

Diagrammi spetti di risposta

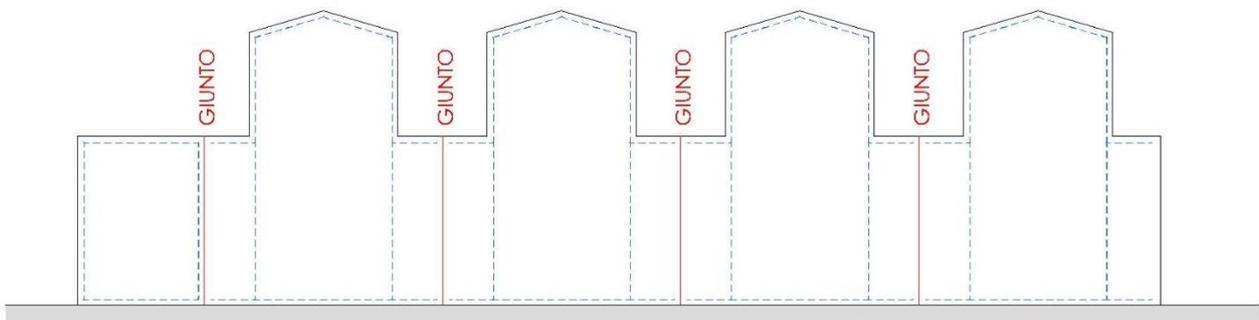
Di seguito si riporta lo spetto di progetto dell'edificio in c.a. classificato come a pareti non accoppiate.



Schemi strutturali

Realizzazione nuovo padiglione

L'intervento prevede la realizzazione di un edificio a pareti in calcestruzzo armato, con uno sviluppo in pianta rettangolare ed un lato molto maggiore rispetto a quello ortogonale. Per garantire una regolarità in pianta, ai sensi del cap. 7.2.2 DM 14 gennaio 2008, si è provveduto alla suddivisione dell'edificio in più unità dinamicamente indipendenti, mediante giunti strutturali. Pertanto le singole unità strutturali che compongono l'edificio presentano in pianta una configurazione compatta e simmetrica rispetto le due direzioni.



Prospetto frontale – schema unità strutturali

L'edificio risulta composto da una struttura in elevazione formata da pareti e platee in calcestruzzo armato mentre la struttura di fondazione risulta formata da una platea in calcestruzzo armato.

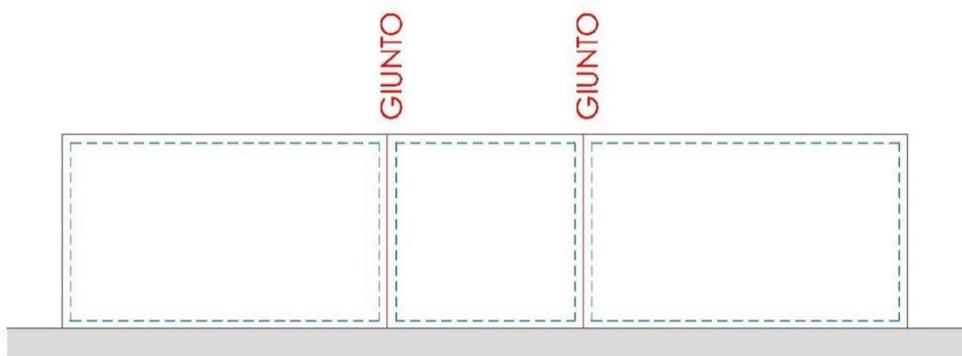
La pianta dell'unità strutturale risulta iscritta in un rettangolo con lati il cui rapporto risulta inferiore a 4. Le pareti in c.a. garantiscono l'intera risposta alle azioni sismiche e non presentano variazioni delle sezioni resistenti.

Demolizione e ricostruzione padiglioni esistenti



Attualmente i padiglioni presentano una pianta rettangolare con quote di fondazione e di elevazione varie. Le strutture risultano costituite da pareti in muratura e solai formati da travi di acciaio e tavelloni in laterizio.

L'intervento prevede la demolizione dell'attuale manufatto e la ricostruzione dello stesso mediante pareti e solette in c.a.. Il nuovo padiglione sarà suddiviso in tre strutture dinamicamente indipendenti mediante la formazione di più giunti strutturali.



Prospetto frontale – schema unità strutturali

La struttura, grazie alla loro geometria compatta e simmetrica, garantiscono una regolarità in pianta oltre che in altezza come previsto al punto 7.2.2 DM 14 gennaio 2008.