



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**MINISTERO
DELL'INTERNO**

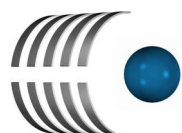


**COMUNE
DI PADOVA**

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
Missione 5 Componente 2 Investimento/Subinvestimento 2.1 "Rigenerazione Urbana"

**PALAGHIACCIO PLEBISCITO
COMPLETAMENTO DEL PRIMO PIANO
CUP: H97H21000770001**

PROGETTO ESECUTIVO



IPT Project srl



Sede legale, Direzione e Uffici: via Uruguay, 20 - 35127 Padova - Tel. 049-870.16.16 - Email info@iptproject.it - www.iptproject.it

Commessa:	2200.22
File:	001

Revisione:	Data:	Descrizione:	Redazione:	Verifica:	Approvazione:
0	28/10/2022	Emissione	A. Pasqualini	A. Pasqualini	D. Ferro

CODICE OPERA		NUMERO ELABORATO
LLPP EDP 2021/103		APPR_35_Rel.S.04
DESCRIZIONE ELABORATO		SCALA
RELAZIONE TECNICA SINTETICA CON ILLUSTRAZIONE DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE		
IL PROGETTISTA	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	IL CAPO SETTORE LL. PP.
Ing. Davide Ferro	Arch. Stefano Benvegnù	Ing. Matteo Banfi

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La presente relazione tratta l'intervento di completamento del piano primo del Palaghiaccio di Padova, facente parte del complesso sportivo del Plebiscito sito in via Geremia. I lavori prevedono alcuni interventi puntuali al piano terra dell'edificio e un intervento generalizzato al piano primo, le opere di completamento e ristrutturazione riguardano una superficie pari a 3200 mq.

Il committente è l'Amministrazione Comunale di Padova, il progettista architettonico e strutturale dell'intervento è l'ing. Davide Ferro.



Gli interventi consistono nella realizzazione di opere minori localizzate che risultano strutturalmente indipendenti dal fabbricato principale, in quanto separate mediante giunti sismici, e pertanto non modificano il comportamento globale del fabbricato esistente.

a. Contesto edilizio e caratteristiche geologiche

Il fabbricato in oggetto si trova in prossimità della zona residenziale di Padova.

Dal punto di vista geologico, il terreno intervalla strati coesivi a strati non coerenti, come noto per la zona in oggetto e come emerso dalle indagini eseguite dalla ditta Georicerche nel 2016.

Per tutti i dettagli sulla cartografia riguardanti le caratteristiche del terreno, si rimanda alla relazione geologica della ditta Georicerche.

Di seguito si riportano i risultati delle indagini eseguite sul terreno in esame e la definizione del modello geotecnico di riferimento.

Per quanto riguarda la stratigrafia in corrispondenza della prova CPT1, si evidenzia che il sottosuolo è caratterizzato, al di sotto dello strato di terreno di riporto, dalla presenza di terreni di natura prevalentemente coesiva a consistenza medio-bassa (strato 1 e 3) fino alla profondità di 11.6 metri da p.c. intercalati da un passaggio granulare a media consistenza tra 7.2-9.0 metri da p.c. (strato 2).

Al di sotto si trovano terreni di natura granulare a consistenza medio-elevata fino al termine delle prove eseguite (strato 4 e 6), intercalati da un livello coesivo a bassa consistenza rilevato tra 16.4-17.6 metri da p.c. (strato 5).

In corrispondenza della prova CPT2, al di sotto del livello di riporto, sono presenti terreni di natura coesiva a consistenza medio bassa fino alla profondità di 12.20 metri da p.c. (strato 1 e 3) intercalati da due passaggi granulari tra 5.0-5.6 metri da p.c. (strato A) e 7.4-9.0 (strato 2).

Al di sotto si trovano terreni di natura granulare a consistenza medio-elevata fino al termine delle prove eseguite (strato 4 e 6), intercalati da due livelli coesivi a bassa consistenza rilevati tra 13.6-14.0 metri da p.c. (strato B) e 16.6-17.2 metri da p.c. (strato 5).

In generale, tenuto conto della distanza fra i punti di prova, si è riscontrata una discreta omogeneità nella distribuzione orizzontale degli strati rinvenuti, anche se si fa rilevare che la prova CPT2, a differenza della prova CPT1, mostra la presenza di un livello granulare tra 5.0-5.6 metri da p.c. (strato A) all'interno dei terreni coesivi dello strato 1 e di un livello coesivo tra 13.60-14.00 (strato B) all'interno dello strato granulare nr. 4.

Sulla base dei dati a disposizione, è stato fornito il seguente **modello geotecnico del sottosuolo**:

CPT1

strato n.	1	2	3
Comportamento	coesivo	granulare	coesivo
Profondità da m a m	p.c.-7.0	7.2-9.0	9.2-11.6
Ang. di attrito °	-	38	
Cu Kg/cm ²	0.7	-	0.5
M Kg/cm ²	48	180	40

strato n.	4	5	6
Comportamento	granulare	coesivo	granulare
Profondità da m a m	11.8-16.2	16.4-17.6	17.8-20.0
Ang. di attrito °	37	-	36
Cu Kg/cm ²	-	0.7	-
M Kg/cm ²	180	48	>200

CPT2

strato n.	1	A	1	2
Comportamento	coesivo	granulare	coesivo	granulare
Profondità da m a m	p.c.-4.8	5.0-5.6	5.8-7.2	7.4-9.0
Ang. di attrito °	-	38		40
Cu Kg/cm ²	0.7	-	0.6	
M Kg/cm ²	48	150	45	>200

strato n.	3	4	B	4
Comportamento	coesivo	granulare	coesivo	granulare
Profondità da m a m	9.2-12.2	12.4-13.4	13.6-14.0	14.2-16.4
Ang. di attrito °	-	38		38
Cu Kg/cm ²	0.6	-	0.7	
M Kg/cm ²	45	>200	45	>200

strato n.	5	6
Comportamento	coesivo	granulare
Profondità da m a m	16.6-17.2	17.4-20.0
Ang. di attrito °	-	37
Cu Kg/cm ²	0.8	-
M Kg/cm ²	48	>200

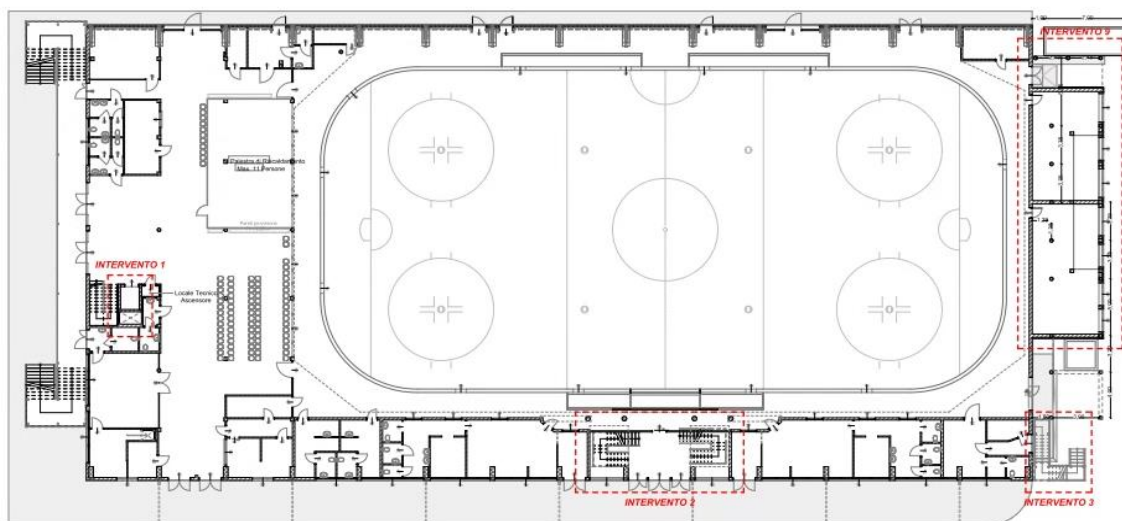
b. Descrizione generale della struttura

Il fabbricato oggetto di intervento presenta pianta rettangolare ed è adibito a palaghiaccio. Esso presenta un unico livello per la maggior parte del suo sviluppo, mentre vi sono porzioni con un livello intermedio in cui gli spazi sono adibiti a tribune o locali di servizio.

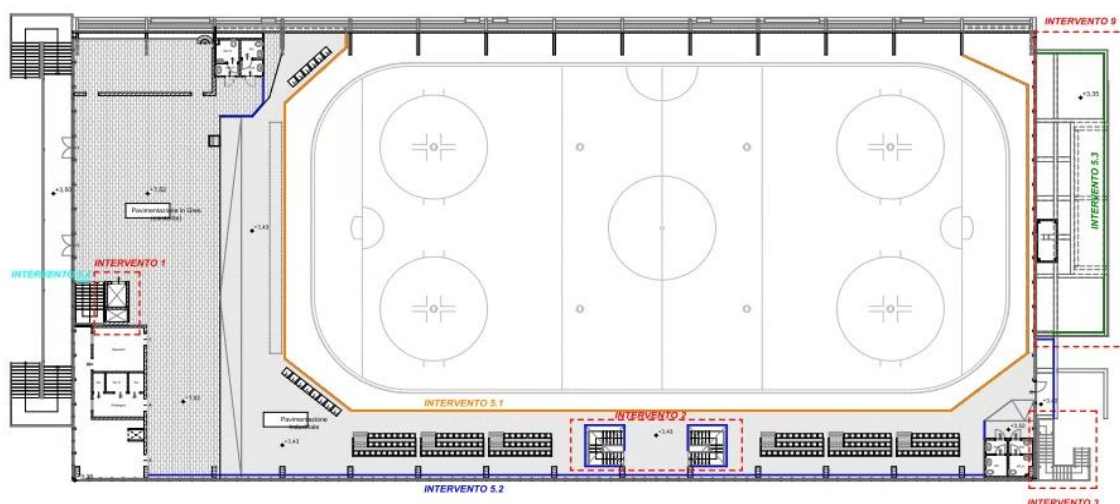
La struttura principale è in c.a. con copertura a travi curve in legno lamellare.

Come precedentemente detto, gli interventi in oggetto non interessano la struttura esistente, ma consistono in un insieme di opere minori strutturalmente indipendenti. Pertanto non viene analizzato il comportamento statico e sismico del fabbricato principale, che non subisce modifiche rispetto allo stato di fatto.

PIANTA PIANO TERRA - STATO DI PROGETTO
scala 1:200



PIANTA PIANO PRIMO - STATO DI PROGETTO
scala 1:200



Si riportano di seguito le descrizioni dei singoli interventi strutturali.

Intervento 1 - Nuovo vano ascensore

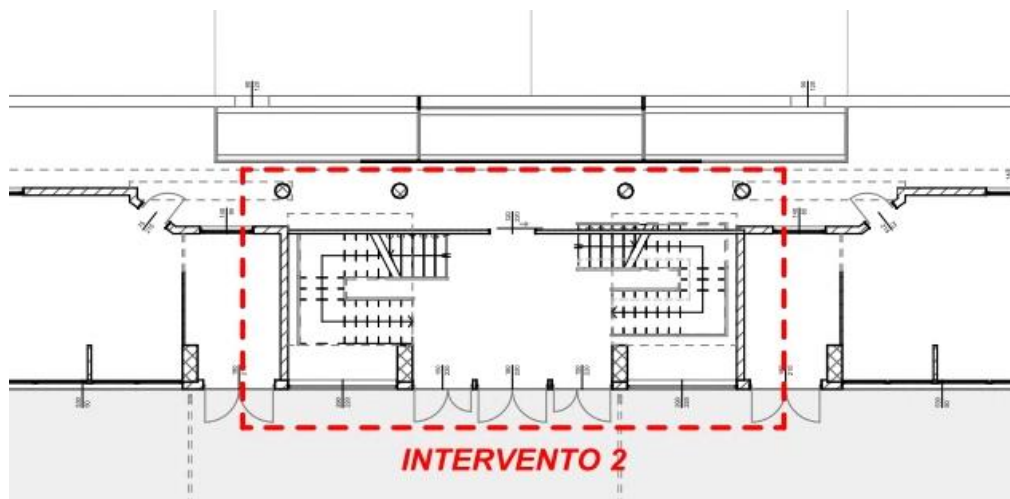
Il nuovo vano ascensore è realizzato con pareti in c.a. e soletta superiore dello spessore di 20 cm, e poggia su una platea di fondazione dello spessore di 30 cm. Esso risulta strutturalmente indipendente dalle strutture adiacenti per mezzo di un giunto sismico.

Dovendo demolire una porzione di solaio, si prevede che esso venga tagliato e poi sostenuto per mezzo di un profilo angolare collegato al setto tramite barre inghisate chimicamente. L'indipendenza delle due strutture sarà garantita consentendo lo scorrimento del solaio poggiante sull'angolare, tramite interposizione di un foglio in neoprene tra solaio ed angolare.



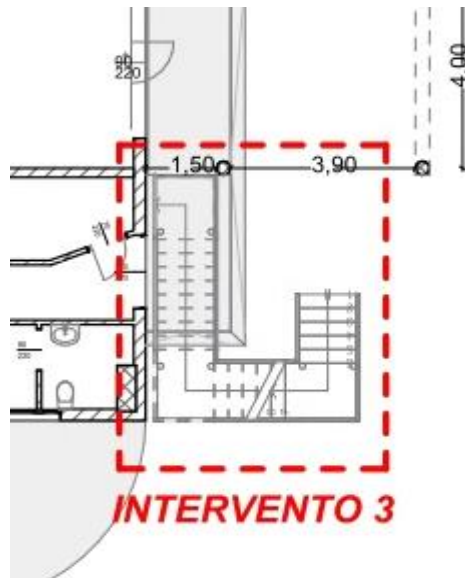
Intervento 2 - Nuove scale in c.a. ingresso spettatori

L'intervento prevede la realizzazione di due nuove scale in c.a. per l'accesso degli spettatori al piano primo. Le scale saranno realizzate mediante setti in c.a. di spessore 25 cm poggianti su una platea di fondazione di spessore 30 cm. Le rampe delle scale saranno costituite da una soletta in c.a di spessore costante pari a 15 cm (25 cm per i pianerottoli) con travi sottosporgenti di irrigidimento.



Intevento 3 - Scala metallica esterna

L'intervento prevede la realizzazione di due nuove scale in c.a. per l'accesso degli spettatori al piano primo. Le scale saranno realizzate mediante setti in c.a. di spessore 25 cm poggianti su una platea di fondazione di spessore 30 cm. Le rampe delle scale saranno costituite da una soletta in c.a di spessore costante pari a 15 cm (25 cm per i pianerottoli) con travi sottosporgenti di irrigidimento.



Intevento 5 - Parapetti

L'intervento prevede la messa a norma dei parapetti esistenti sul perimetro delle tribune al piano primo, al fine di garantirne l'altezza minima. Inoltre vengono realizzati nuovi parapetti, in particolare:

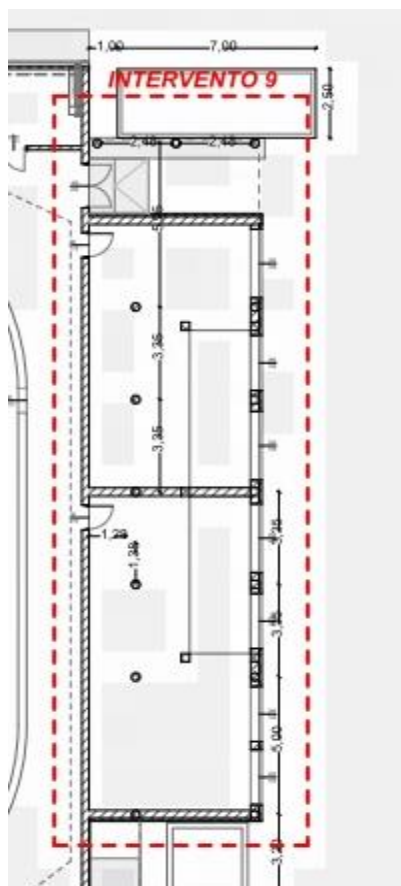
- Parapetti scale in c.a.;
- Parapetti di bordo piano primo su zona facciate;
- Parapetti di sicurezza su terrazzo tecnologico.

Tutti i parapetti sono realizzati in acciaio con fissaggio alle strutture in c.a. per mezzo di barre inghisate chimicamente o tasselli meccanici.

La posizione di tutti i parapetti previsti è identificata negli elaborati grafici di progetto.

Intevento 8 - Terrazzo impianti tecnologici e spogliatoi

L'intervento prevede la realizzazione di una struttura in c.a. da adibire a locale spogliatoi, sulla cui copertura installare i macchinari impiantistici a servizio del palaghiaccio. Il fabbricato presenta pianta rettangolare di dimensioni pari a circa 2,5x12,5 m ed un unico livello fuori terra, di altezza pari a circa 3,5 m. Il fabbricato è realizzato mediante un telaio di travi e pilastri in c.a. a sostegno di un solaio predalle facente da copertura. I pilastri hanno sezione 30x30 mentre le travi sono realizzate in spessore di solaio ed hanno altezza pari a 30 cm (compresa lastra inferiore) e larghezza variabili. Il solaio è del tipo predalle con alleggerimenti in polistirolo di composizione 5+20+5 cm. Esso funge da copertura piana e terrazzo per impianti tecnologici. Perimetralmente è prevista una veletta in c.a. Il fabbricato poggia su una platea in c.a. di spessore 30 cm con nervature sovrapporgenti di ulteriori 30 cm. Il fabbricato risulta indipendente dalle strutture adiacenti in quanto separato mediante un giunto sismico.



c. Riferimenti normativi

Nella redazione della presente relazione si sono seguite le norme tecniche contenute nella seguente legislazione:

- Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (Legge 5/11/71 n° 1086);
- UNI 206:2014 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità- Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206
- D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare N. 7 del 21/01/2019 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (GU n.35 del 11.02.2019, suppl. ordinario n°5).
- Eurocodice N°2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- Eurocodice N°3 - Progettazione di strutture in acciaio.
- Eurocodice N°7 - Progettazione delle strutture di fondazione.
- Eurocodice N°8 - Progettazione di strutture soggette a sisma.

d. Parametri di progetto dell'azione sismica

Le caratteristiche sismiche del sito in esame sono le seguenti:

ZONA SISMICA: 3

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

CATEGORIA SOTTOSUOLO: C

La struttura in oggetto è inserita all'interno delle costruzioni di tipo 2, secondo quanto al §2.4.1 del D.M. 17/01/2018:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Si individua la seguente classe d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

I parametri e gli spettri di risposta vengono ricavati dal programma Spettri-NTC ver.1.0.3 del CSLPP.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 11,8828

LATITUDINE: 45,4161

Ricerca per comune

REGIONE: Veneto

PROVINCIA: Padova

COMUNE: Padova

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

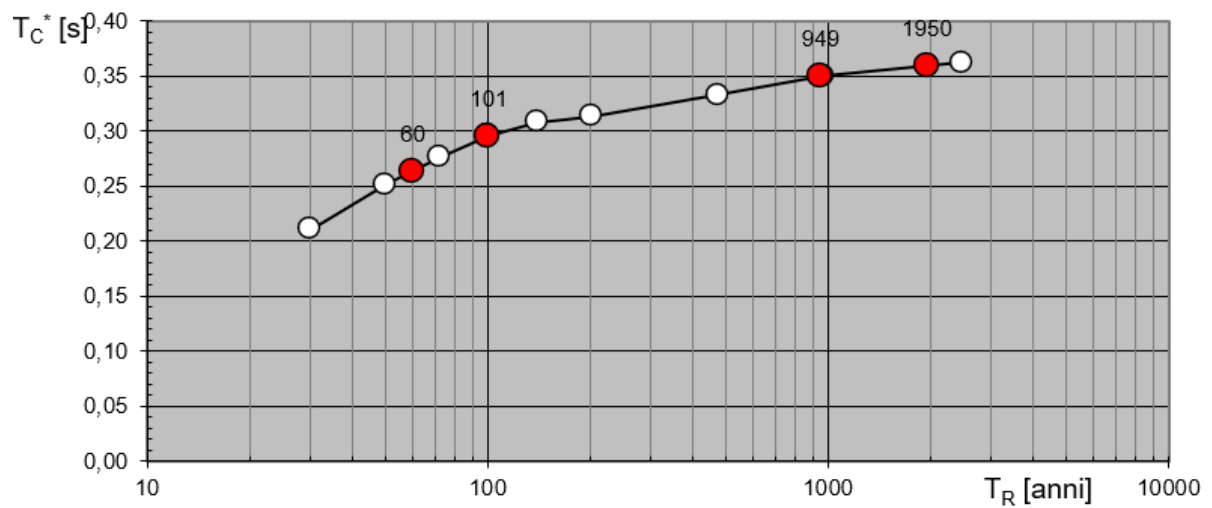
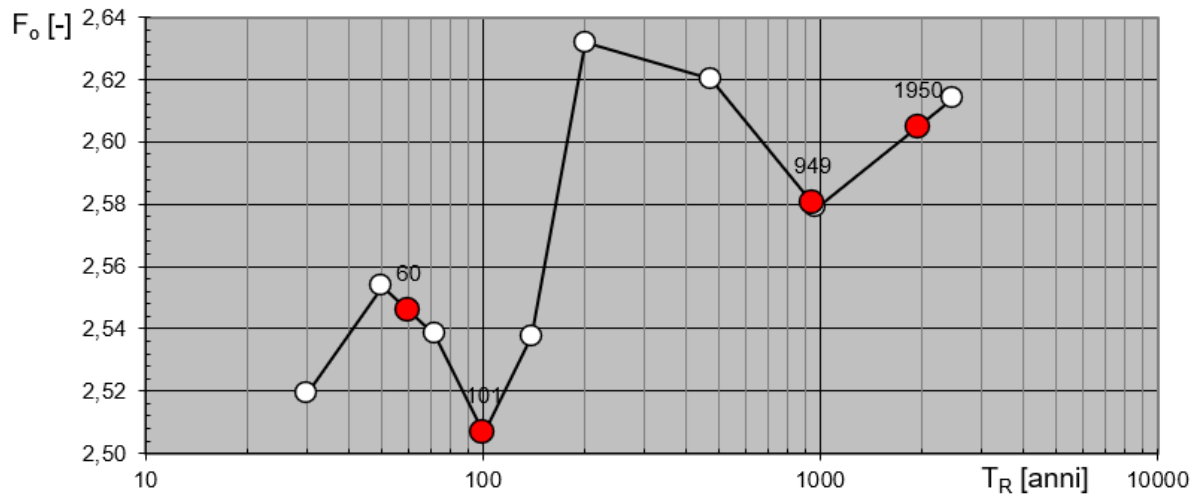
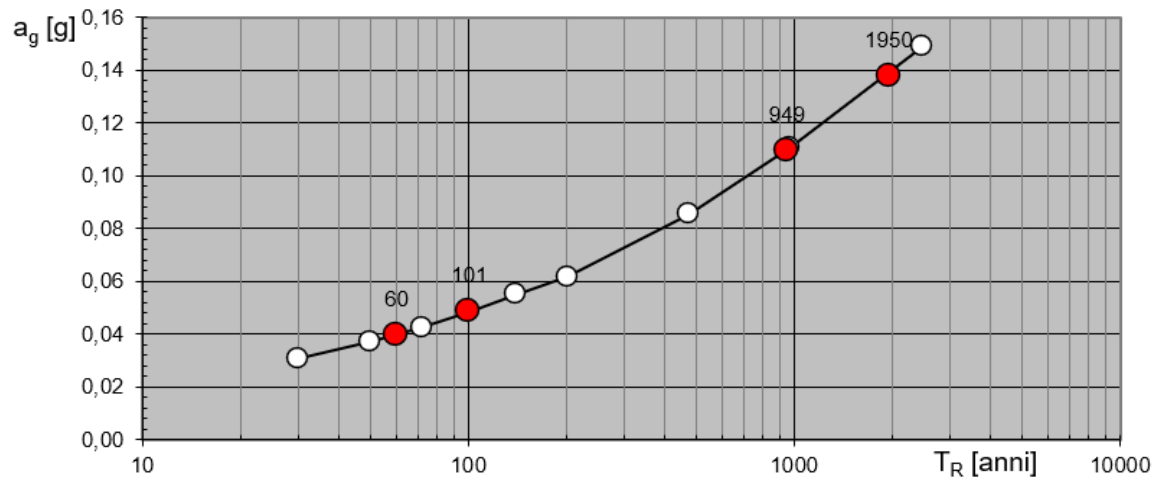
Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

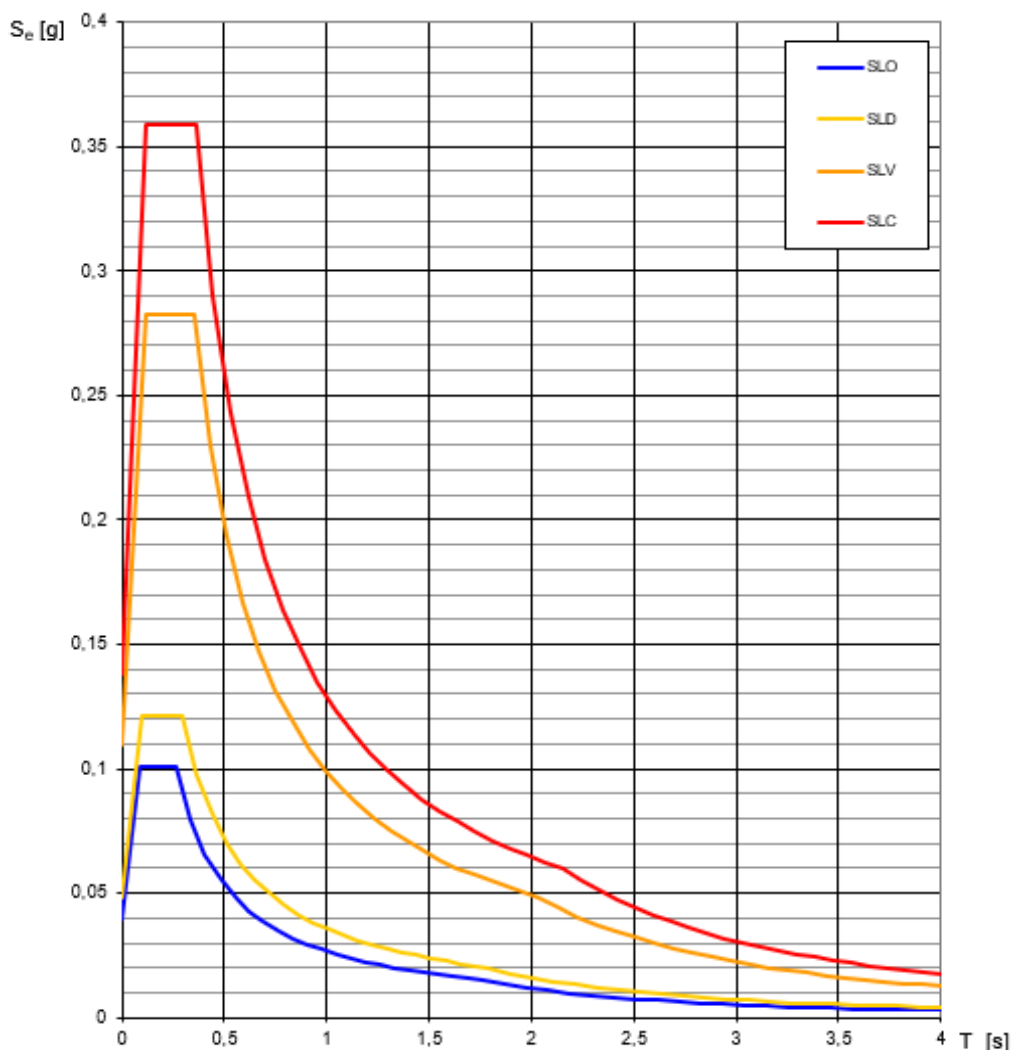
--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,040	2,546	0,263
SLD	101	0,048	2,507	0,295
SLV	949	0,110	2,580	0,349
SLC	1950	0,138	2,605	0,359

Oltre all'azione sismica, per il dimensionamento della struttura sono state considerate le azioni da vento e da neve, ed i sovraccarichi verticali dovuti alla destinazione d'uso della struttura, tenuto conto anche della presenza di macchinari di peso rilevante:

Cat. C3	5,00	kN/mq	
Macchinari	5,00	kN/mq	terrazzo tecnico

e. Descrizione materiali

- Calcestruzzo per sottofondo:

calcestruzzo magro dosato a: cemento = 150 kg/mc

- Calcestruzzo per le strutture di fondazione :

classificazione del calcestruzzo in base a resistenza cilindrica/cubica ENV 206 **C25/30** MPa

Stati limite ultimi

resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	30,0 MPa
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	24,9 MPa
coefficiente di sicurezza per del materiale	$\gamma_c =$	1,5
resistenza cilindrica di calcolo	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c =$	16,60 MPa
valore massimo di resistenza a compressione	$f_{ct1} = 0,83 \cdot f_{cd} =$	14,11 MPa
valore medio della resistenza a trazione	$f_{ctm} = 0,27 \cdot R_{ck}^{2/3} =$	2,61 MPa
valore caratteristico della resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$	1,82 MPa
valore di calcolo della resistenza a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,22 MPa

Stati limite di esercizio

Compressione in esercizio nel calcestruzzo
ambiente moderatamente aggressivo
in combinazione quasi permanente $\sigma_c = 0,45 \cdot f_{ck} =$ 11,2 MPa

- Calcestruzzo per le strutture di elevazione :

classificazione del calcestruzzo in base a resistenza cilindrica/cubica ENV 206 **C25/30** MPa

Stati limite ultimi

resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	30,0 MPa
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	24,9 MPa
coefficiente di sicurezza per del materiale	$\gamma_c =$	1,5
resistenza cilindrica di calcolo	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c =$	16,60 MPa
valore massimo di resistenza a compressione	$f_{ct1} = 0,83 \cdot f_{cd} =$	14,11 MPa
valore medio della resistenza a trazione	$f_{ctm} = 0,27 \cdot R_{ck}^{2/3} =$	2,61 MPa
valore caratteristico della resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$	1,82 MPa
valore di calcolo della resistenza a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,22 MPa

Stati limite di esercizio

Compressione in esercizio nel calcestruzzo
ambiente moderatamente aggressivo
in combinazione quasi permanente $\sigma_c = 0,45 \cdot f_{ck} =$ 11,2 MPa

- Cemento (conforme alla UNI EN 179/1 e ss.mm.ii.)

Qualità	Portland
Tipo	II/B - S 32,5 N
Dosature	tali da ottenere gli Rck richiesti con un rapporto a/c max = 0,6

- Inerti (conformi alla UNI EN 12620)

Qualità e dosature Sabbia e ghiaia lavate e vagliate, con granulometria entro le curve limiti del Regolamento italiano

- Acqua (conforme alla UNI EN 1008)

Qualità e dosature Pura, in qualità tale da avere un impasto lavorabile.

- Classe di consistenza

fondazioni	S4
impalcati solai	S4
setti e pilastri	S4
travi cornici e velette	S4

- Classe di esposizione UNI 11104

strutture di fondazione	XC2
strutture fuori terra	XC1

- Acciaio d'armatura e Rete elettrosaldada B450C:

		6 mm	ϕ	40 mm
<i>Stati limite ultimi</i>				
resistenza caratteristica di rottura	$f_k =$	540		MPa
resistenza caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450		MPa
<i>Stati limite ultimi</i>				
coefficiente di sicurezza per del materiale	$\gamma_s =$	1,15		
tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} =$	$f_{ck}/\gamma_s =$	391	MPa
Modulo elastico del materiale	$E_s =$	206000		MPa
valore di deformazione limite a snervamento	$\epsilon_s =$	1,90		%
allungamento limite a rottura	$\epsilon_{uk} =$	12		%

Stati limite di esercizio

Limite per le trazioni in esercizio nell'acciaio in combinazione rara	$\sigma_s =$	$0,70 \cdot f_{yk} =$	315	MPa
---	--------------	-----------------------	-----	-----

2.2 STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

**- Lamiere, profilati, piastre di base e tirafondi (acciaio S275):
per $t < 40$ mm**

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	275	MPa
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	430	MPa

- Classe di esecuzione secondo UNI EN 1090-2

classi di conseguenze: (CC Conseguenze Class)	CC3
classi di servizio: (SC Service Categories).	SC1
classe di esecuzione: (EXC Execution Classes)	EXC3

MARCATURA CE DEI COMPONENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

-rif. EN 1090-1 LUGLIO 2014 e ss.mm.ii.

**- Bulloni classe 8.8 (ad alta resistenza)
appartenenti alle classi della norma UNI EN ISO 898-1:2013**

Resistenza a rottura per trazione	$f_{tb} =$	800	MPa
Resistenza allo snervamento	$f_y =$	640	MPa
Resistenza di calcolo di un bullone a trazione	$F_{t,Rd}/A_{res} =$	576	MPa
Resistenza di calcolo di un bullone a taglio	$F_{v,Rd}/A_{res} =$	320	MPa

- Saldature

Saldature a cordone d'angolo con lato pari a 0,7 volte lo spessore minimo da saldare (dove non diversamente specificato); saldature testa a testa a completa penetrazione di 1° classe (dove non diversamente specificato).

f. Criteri di progettazione e modellazione

Tutte le strutture sono dimensionate in modo tale da ottenere un comportamento non dissipativo in caso di sisma, come previsto dalle NTC 2018, con un fattore di struttura q sempre minore o uguale a 1,50:

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{ND} , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5 \quad [7.3.2]$$

Dovendo essere realizzate a servizio di un edificio strategico, per tutte le opere sono stati indagati i seguenti stati limite: SLV - SLD - SLO, valutando le verifiche di resistenza e di rigidezza secondo quanto previsto al D.M. 17/01/2018, particolare:

- Verifiche di resistenza allo SLV con fattore di struttura $q=1,50$ per comportamento non dissipativo;
- Verifiche di resistenza allo SLD con fattore di struttura $q=1,00$;
- Verifiche di rigidezza allo SLO con fattore di struttura $q=1,00$.

Si rimanda agli specifici paragrafi della relazione di calcolo per gli esiti delle verifiche.

Con l'ausilio del programma di calcolo [MidasGen 2021](#), programma agli elementi finiti di comprovata affidabilità, sono state eseguite le verifiche statiche e sismiche per ciascun intervento.

I modelli sono stati realizzati schematizzando come elementi bi-dimensionali tipo Plate le pareti in c.a., le solette, e mediante Beam le travi ed i pilastri. Le fondazioni sono state inserite come elementi tipo Plate su molle alla Winkler.

Effetti torsionali

Per ciascuna struttura esaminata, gli **effetti torsionali** accidentali sono considerati amplificando le sollecitazioni su ogni elemento resistente, attraverso il fattore δ derivante da:

$$\delta = 1 + 0,6x/Le$$

x =distanza elemento resistente dal baricentro geometrico di piano, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica considerata:

Le =distanza tra i due elementi resistenti più lontani

g. Combinazioni delle azioni

Si riportano di seguito le combinazioni delle azioni agli SLU ed agli SLE, con i relativi coefficienti parziali delle azioni.

	No	Load Case	Type	Psi0	Psi1	Psi2
	1	Man	L	0.00000	0.00000	0.00000
	2	Impianti	L	1.00000	1.00000	1.00000
	3	N	S	0.50000	0.20000	0.00000
▶	4	W	W	0.60000	0.20000	0.00000
*						

Le azioni sismiche nelle due direzioni principali sono state combinate secondo quanto previsto al §7.3.5 delle NTC 2018:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z \quad [7.3.10]$$

h. Metodo di analisi

Lo studio del comportamento sismico è stato eseguito mediante analisi lineare dinamica con fattore di struttura assunto pari a 1,00 o 1,50 (comportamento strutturale non dissipativo).

i. Criteri di verifica

In presenza di azione sismica, per gli elementi strutturali e non strutturali, per i vari stati limite indagati sono state eseguite le verifiche prescritte dal §7.3.6 delle NTC 2018, considerando che trattasi si edificio in classe d'uso IV:

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Trattandosi di progettazione non dissipativa, le verifiche di resistenza per elementi in c.a. vengono eseguite con riferimento alla resistenza in campo elastico.

I. Rappresentazione delle configurazioni deformate, delle sollecitazioni e sintesi verifiche

Trattandosi di opere minori, spesso il comportamento sismico risulta non significativo rispetto a quello statico, e le verifiche sono desunte dall'applicazione di schemi statici semplificati derivanti dalla scienza delle costruzioni, scomponendo le opere in elementi strutturali semplici.

Pertanto dato il notevole numero di verifiche, si rimanda alla relazione di calcolo.

k. Caratteristiche ed affidabilità codice di calcolo

Si è eseguita la verifica statica e sismica dell'edificio su un modello rappresentativo del manufatto con l'ausilio del programma di calcolo [MidasGen 2021](#), programma agli elementi finiti di comprovata affidabilità,

Il programma è detenuto con regolare licenza n. USGW000940 intestata ad IPT Project Srl.



Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo - par.10.2 NTC 17.01.2018

§10.2.1 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale sotto le azioni statiche è condotta con l'analisi statica utilizzando il metodo per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione, secondo le disposizioni del DM. 17/01/2018 e della Circolare n. 7 del 21/01/2019.

§10.2.2 Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

MIDAS GEN 2021 - Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso: USGW000940.

MIDAS Information Technology, Co., Ltd.

SKn Technopark Tech-center 15th fl. 190-1 Sangdaewon1-dong
Jungwon-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 462-721, Korea
Tel: 82-31-789-2000 Fax: 82-31-789-2001

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi. La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

§10.2.3 Affidabilità dei Codici di Calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati ai seguenti link:
MIDAS GEN - <http://www.MidasUser.com>

§10.2.4 Validazione dei Codici di Calcolo

Sono stati eseguiti controlli incrociati sui risultati di calcolo con stime semplificate che hanno confermato la bontà e l'accettabilità delle calcolazioni di dettaglio eseguite e allegate alla presente relazione.

§10.2.5 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tali da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. In particolare la relazione di calcolo oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini, almeno per le parti più sollecitate della struttura, tale da avere una sintesi completa e efficace del comportamento della struttura per l'analisi svolta.

§10.2.6 Informazioni generali sull'elaborazione

Il programma prevede una serie di controlli che consentono l'individuazione di errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche e della presenza di elementi non verificati. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole

del comportamento corretto del modello strutturale.

§10.2.7 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati anche in fase di primo dimensionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto detto, si può asserire che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

I. Strutture di fondazione

Le fondazioni sono sempre di tipo superficiale, costituite da platee di spessore 30 cm con o senza nervature.

La tensione trasmessa al terreno è sempre modesta, ed in ogni caso inferiore al valore limite calcolato in Approccio 2 pari a 1,829 kg/cm², ad eccezione della platea del vano ascensore, che essendo impostata a quota maggiore presenta una portata del terreno pari a 2,035 kg/cm².

m. Categoria di intervento

Trattandosi di un fabbricato esistente in cui vengono realizzate opere minori che non modificano il comportamento globale della struttura, non si è verificato il comportamento delle opere esistenti.

n. Descrizione struttura esistente

La struttura esistente è composta da strutture in c.a. e copertura lignea.

o. Proprietà meccaniche materiali esistenti

Non trattando le opere esistenti, non sono stati analizzati i materiali che le costituiscono.

p. Risultati emersi da confronto tra livelli di sicurezza pre e post intervento

Il comportamento strutturale delle opere esistenti non viene modificato dalle nuove opere, che risultano tutte separatee dalle strutture esistenti mediante giunti sismici. I carichi agenti sulle opere esistenti non vengono modificati.

Il Progettista
delle Strutture