



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO
PRELIMINARE

PROGETTO
DEFINITIVO

PROGETTO
ESECUTIVO

OGGETTO: Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

UBICAZIONE: Località Santa Caterina - Reggio Calabria

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

CODICE CIG: 7121966045

CODICE CUP: G36D17000050001

PROGETTO STRUTTURALE

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	26/11/2018	Prima Emissione	Ing. Mariano Salvatore
01	08/01/2019	Modifiche a seguito di verifica del RINA	VERIFICATO DA: Ing. Carlo Carletti
02	28/02/2019	Modifiche a seguito di verifica del RINA	APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano
03	30/10/2020	Terza Revisione	

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO :
05/17- PS.RT01/03	Edificio A Polifunzionale:
	<ul style="list-style-type: none"> Relazione tecnica generale ed illustrativa

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Salvatore CONCETTINO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Arch. Valentino TROPEANO
----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE Arch. Valentino TROPEANO	
RESPONSABILI	GRUPPO DI LAVORO
RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Arch. Gianfranco PICARIELLO	Ing. Antonio GRAZIANO
RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE Ing. Carlo CARLETTI	Ing. Lella Liana IMBRIANI
RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE Geol. Carmine MAZZAROTTI	Ing. Mariano SALVATORE
RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI Ing. Bruno MATTIA	Ing. Domenico DE MATTIA
RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI Ing. Mauro GUERRIERO	Ing. Rosa LO PRIORE
RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA Arch. Patrizia GAMMA	Arch. Ivan GUERRIERO
	Arch. Stanislao SACCARDO
	Geom. Gennarino IANDIORIO
	Geom. Franco IMBIMBO
	Per.Ind. Antonio FESTA
	CONSULENTI SCIENTIFICI
	Prof. Ing. Luigi PETTI
	Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO

COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA

Località Santa Caterina

*Completamento ed Ampliamento del Polifunzionale Manganelli per la Nuova Sede
del XII reparto Mobile della Polizia di Stato in Reggio Calabria
Località Santa Caterina*

RELAZIONE TECNICA GENERALE ED ILLUSTRATIVA

INDICE

1. Premessa	4
2. Descrizione dell'edificio e delle strutture	4
3. Norme di riferimento	6
4. Criteri di progetto	6
5. Dispositivi di isolamento	8
5.1. Procedura di sostituzione dei dispositivi di isolamento	10
6. Materiali.....	13
6.1. Elementi strutturali in c.a.	13
6.2. Solai in lamiera grecata collaborante	13
6.3. Acciaio per strutture metalliche	14
7. Descrizione delle fondazioni e modello geotecnico	14
8. Analisi dei carichi	18
8.1. Carichi Permanenti Strutturali e non strutturali	18
8.2. Carichi Variabili	24
9. COMBINAZIONI DI CARICO	27
10. CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE	29
11. DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE	36
12. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	38
12.1. Affidabilità e validazione del codice utilizzato	39
12.2. Modalità di presentazione dei risultati	39
13. MODELLAZIONE DEL PIANO DI ISOLAMENTO	39
13.1. Calcolo dei parametri di rigidità e smorzamento equivalenti per gli isolatori	41
14. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE CONDOTTA E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI.....	44
15. Verifica del sistema di isolamento e dimensionamento del giunto sismico in condizioni slc..	52
16. Verifica della sovrastruttura SLV	67
17. Verifica della sovrastruttura SLD	68
18. Verifica della sovrastruttura SLO	70
19. Verifica della sottostruttura e delle fondazioni.....	70
20. SOLAI	73
20.1. Verifica solaio di copertura piano terra (quota +4.6625mt).....	73
20.1.1. Verifica Soletta superiore del solaio	79
20.2. Verifica Solaio in lamiera grecata (Solaio TIPO)	80
21. SCALE	85
22. Elementi non strutturali – CRITERI PRESTAZIONALI.....	88
23. COLLEGAMENTI.....	89

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto delle strutture di un edificio isolato alla base nell'appalto dei lavori di "Completamento ed Ampliamento del Polifunzionale Manganelli per la Nuova Sede del XII reparto Mobile della Polizia di Stato in Reggio Calabria - Località Santa Caterina".

Il Comune di Reggio di Calabria è classificato sismico in Zona 1, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004.

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E DELLE STRUTTURE

Il progetto è inerente, come detto, la costruzione di un edificio isolato alla base con dispositivi del tipo a pendolo scorrevole. In particolare, l'edificio è previsto con struttura intelaiata realizzata con pilastri e travi in carpenteria metallica, a meno della platea di fondazione e del solaio del piano terra. I solai dei piani superiori sono realizzati con elementi in lamiera grecata e soletta collaborante gettata in opera in c.a. Il solaio a copertura del primo livello, immediatamente al di sopra degli isolatori, è previsto realizzato gettato in opera. La fondazione è del tipo diretto *a platea* ed è realizzata con una soletta alleggerita.

La struttura in elevazione ricade nella tipologia delle "*strutture con controventi*" come riportato al punto 7.4.3.1 delle N.T.C./18.

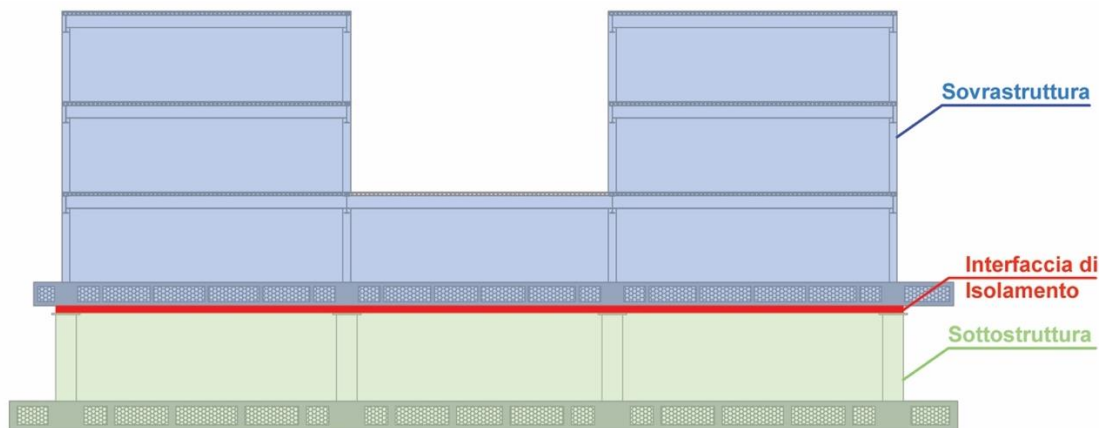
Le colonne in elevazione, al di sopra del piano isolato, sono realizzati con profili HEA340 in acciaio del tipo S355, mentre i pilastri del primo livello, al di sotto del piano di isolamento, sono in cemento armato con sezione quadrata 80x80cm.

I solai, realizzati in carpenteria metallica e lamiera grecata con getto di completamento, prevedono un graticcio di travi realizzate con profili alveolari IPE450-675 ovvero HEA450-660, travi principali, e profili alveolari IPE330-495 per l'orditura secondaria. Il solaio è realizzato con lamiera grecata del tipo SAND 100 e soletta di completamento gettata in opera di altezza $h=4$ cm. La lamiera grecata è vincolata al graticcio di travi mediante connettori del tipo a piolo CTF Tecnaria.

L'impalcato immediatamente al di sopra degli isolatori è realizzato con soletta alleggerita gettata in opera di altezza pari a 90cm, costituita da un grigliato di travetti di base 15cm e travi di base 90cm. L'alleggerimento è realizzato mediante blocchi in polistirene a bassa densità di opportune dimensioni.

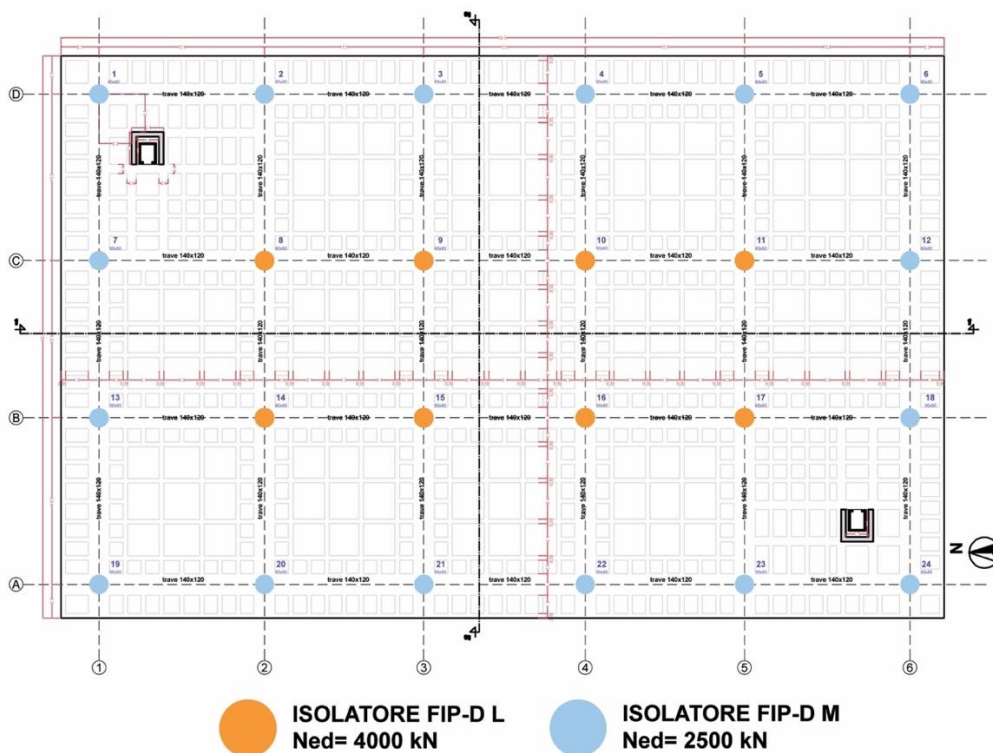
Le scale sono realizzate per mezzo di un nucleo in c.a. da cui si aggettano i gradini. In particolare, le scale sono giuntate complessivamente a tutt'altezza dalla struttura in elevazione per mezzo di un giunto verticale-orizzontale che presenta dimensioni minime pari a 50cm.

L'interfaccia di isolamento è realizzata in corrispondenza dell'intradosso del primo impalcato, mediante dispositivi di isolamento allocati in testa ai pilastri del primo livello. Al fine di consentire i movimenti relativa tra la sovrastruttura ed le strutture di fondazione è previsto un giunto verticale capace di garantire spostamenti orizzontali massimi pari a 50cm.



Schema di Sezione con indicazione della Sovrastruttura, dell'interfaccia di isolamento e dalla sottostruttura

Come detto, in corrispondenza dei dispositivi di isolamento sono previsti pilastri ringrossati in c.a. per consentirne la manutenzione. Il sistema di isolamento è costituito da *isolatori a scorrimento a superficie curva* del tipo FIP-FPS (§ 11.9.1 e 11.9.8 - NTC/18), a basso (L) e medio attrito (M) disposti in pianta secondo lo schema seguente.



Disposizione in pianta dei dispositivi di isolamento

In particolare, considerate le sollecitazioni agenti e gli spostamenti attesi sono previste 2 tipologie di isolatori caratterizzate da un raggio di curvatura pari a $R=3700\text{mm}$:

- **FIP-D L Ned=4000kN** Isolatore a scorrimento a doppia superficie curva con materiale con attrito nominale 2,5%;
- **FIP-D M Ned=2500kN** Isolatore a scorrimento a doppia superficie curva con materiale con attrito nominale 5,5%.

Per quanto attiene agli aspetti prestazionali si rimanda alla Relazione sui Materiali.

3. NORME DI RIFERIMENTO

Il progetto delle strutture è redatto in accordo alle seguenti normative:

- *Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)*” Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- *Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)*” Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- *D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl.Ord.)* “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”
- *Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)* “Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

4. CRITERI DI PROGETTO

Per l'edificio in progetto è stato previsto, come già accennato, un isolamento alla base per mezzo di dispositivi che consentono di scindere il moto sismico dell'edificio in elevazione da quello del terreno di fondazione (cfr. pt. 7.10 NTC2018). Ciò si ottiene realizzando un livello caratterizzato da una bassa rigidità trasversale che consente di innalzare i periodi fondamentali di vibrazione e, quindi, portare l'edificio nel campo delle minori accelerazioni spettrali.

In particolare, per realizzare l'isolamento è prevista una discontinuità strutturale (*interfaccia di isolamento*) lungo l'altezza della costruzione tale da consentire ampi spostamenti relativi orizzontali tra la parte superiore (*sovrastuttura*) e quella inferiore (*sottostruttura*) della costruzione stessa nelle direzioni orizzontali.

Il collegamento tra la sovrastruttura e la sottostruttura è realizzato mediante isolatori ovvero speciali apparecchi di appoggio caratterizzati da una bassa rigidità nei confronti degli spostamenti orizzontali ed elevata rigidità nei confronti di quelli verticali.

La strategia di protezione sismica adottata consente di disaccoppiare il moto della sovrastruttura da quello della sottostruttura in modo tale da concentrare le deformazioni della sovrastruttura essenzialmente in corrispondenza del piano di isolamento. In tal modo, durante l'evento sismico la sovrastruttura si comporta come un corpo rigido che oscilla sul livello di isolamento (cfr. B. PALAZZO - L. PETTI "*Aspects of structural vibration passive control*". International Journal of MECCANICA Vol. 32 N.6 Dec.1997.).

Nel caso delle strutture isolate alla base, alla sovrastruttura non sono richieste particolari capacità dissipative e, quindi, il progetto della stessa può essere condotto con riferimento ai particolari costruttivi della zona 4 con deroga, per le strutture in c.a., a quanto previsto al pt. 7.4.6, NTC 2018 "*Dettagli Costruttivi*" ovvero alle limitazioni geometriche e di armatura. Ai fini delle verifiche allo stato limite SLV si assume per la sovrastruttura un coefficiente di struttura $q=1,5$ (cfr. pt. 7.10.6.2.1 NTC2018).

Per quanto attiene la sottostruttura, atteso che la stessa deve comportarsi come un corpo rigido è stata progettata per rimanere in campo elastico. Ai fini delle verifiche allo stato limite SLV si assume, pertanto, un coefficiente di struttura $q=1,0$ (cfr. pt. 7.10.6.2.1 NTC2018).

Il sistema di isolamento, costituito dai dispositivi di isolamento, per il ruolo critico che svolge, richiede un'affidabilità superiore. A tal proposito sono condotte verifiche in campo elastico agli stati limite SLV e SLC.

Per quanto attiene le verifiche allo SLD della sovrastruttura, le stesse sono effettuate controllando che gli spostamenti di interpiano siano inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per lo SLD per le strutture ordinarie.

Il livello di protezione richiesto per la sottostruttura e per le fondazioni nei confronti dello SLD è da ritenersi invece conseguito nel caso in cui sono soddisfatte le verifiche nei confronti dello SLV.

Per quanto attiene invece ai dispositivi del sistema di isolamento, gli stessi non devono subire danni che possano comprometterne il funzionamento nelle condizioni di esercizio. Tale requisito si ritiene soddisfatto se sono soddisfatte le verifiche allo SLV dei dispositivi e se sono in grado di sostenere senza rotture gli spostamenti d_2 valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC.

I dispositivi previsti per l'isolamento della costruzione oggetto di verifica presentano caratteristiche meccaniche e dinamiche tali da consentirne una modellazione lineare equivalente. In particolare, i dispositivi presentano uno smorzamento lineare equivalente pari a circa il 18% per le

condizioni di funzionamento SLC (cfr. par. “Verifica del Sistema di Isolamento”). Le caratteristiche di rigidità sono, pertanto, tali da permetterne la modellazione per mezzo di elementi elastici. Ciò consente di costruire, ai fini delle verifiche, due modelli lineari della struttura nel suo complesso: uno per la verifica dello SLC ed uno per la verifica degli SLV, SLD ed SLO.

Per i dispositivi adottati, considerato l’elevato rapporto tra la rigidità verticale e quella equivalente orizzontale, è possibile trascurare nella modellazione della struttura la deformabilità verticale degli isolatori.

Le strutture del piano di posa degli isolatori e quelle del piano da cui spicca la sovrastruttura sono dimensionate in modo da assicurare un comportamento rigido nel loro piano. A tal proposito, per quanto attiene il primo livello isolato, lo stesso è realizzato da un solaio rigido con travi 80x90cm. Le strutture di supporto sono, invece, realizzate da pilastri dimensionati in modo da contenere, in condizioni di carico sismico, gli spostamenti orizzontali alla sommità degli stessi entro 1/20 degli spostamenti relativi del sistema di isolamento.

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti in accordo a quanto riportato nel paragrafo 7.3.6 del NTC 2018 si è verificato che la domanda di progetto per ciascuno degli stati limite richiesti, definito dalla tabella 7.3.III, riportata di seguito, è inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto. Per i dettagli si rimanda alla relazione specifica.

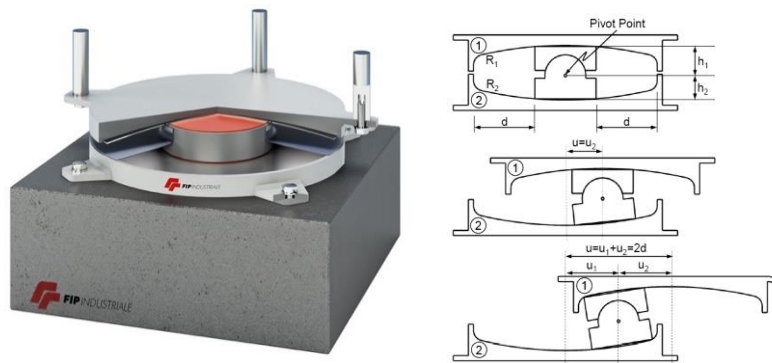
STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

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

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

5. DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO

L’edificio è previsto isolato con dispositivi di isolamento tipo FIP-D a doppia superficie sferica. Tali dispositivi sono caratterizzati da due superfici di scorrimento concave con lo stesso raggio di curvatura; entrambe consentono sia lo spostamento orizzontale che la rotazione (che si trasforma in spostamento orizzontale). In questo caso ogni singola superficie curva è progettata solamente per metà dello spostamento orizzontale, cosicché le dimensioni in pianta dei dispositivi possono essere notevolmente ridotte rispetto a quelle della serie FIP. Per di più, tale tipologia di isolatori consente di dimezzare l’eccentricità del carico verticale con la conseguente diminuzione dell’effetto P-Δ.



Modello Isolatore adottato in progetto tipo FIP-D

Per controllare l'attrito viene utilizzato uno speciale materiale termoplastico accoppiato ad acciaio inossidabile, tanto nelle superfici di scorrimento primario, quanto in quella secondaria. La scelta del materiale di scorrimento è essenziale per dare agli isolatori a scorrimento a superficie curva un comportamento ottimale in termini di:

- capacità portante;
- coefficiente d'attrito e conseguente dissipazione d'energia;
- stabilità del ciclo isteretico forza-spostamento sia con la temperatura che durante cicli ripetuti;
- durabilità;
- resistenza all'usura.

Il materiale di scorrimento per la superficie di scorrimento primaria degli isolatori è del tipo FFM (FIP Friction Material), un polietilene ad altissimo peso molecolare (Ultra-High Molecular Weight Poly-Ethylene - UHMWPE) tali da consentire elevate resistenza all'usura, stabilità e durabilità. Inoltre tale materiale consente di limitare gli effetti del tipo stick-slip grazie al basso rapporto tra attrito di primo distacco ed attrito dinamico.

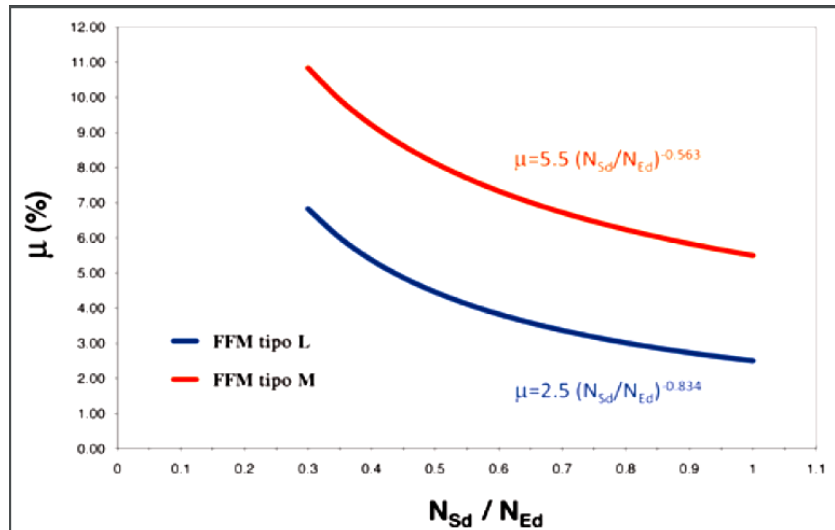
In considerazione delle sollecitazioni agenti e degli spostamenti attesi, sono previste due tipologie di isolatori:

- Dispositivi Centrali FIP-D L Ned=4000kN, attrito 2,5%, Spostamento ± 50 cm
- Dispositivi Lateralì FIP-D M Ned=2500kN, attrito 5,5%, Spostamento ± 50 cm

I dispositivi previsti sono caratterizzati da superfici di scorrimento concave con raggio di curvatura $R=3700$ mm e consentono sia lo spostamento orizzontale che la rotazione relativa delle facce.

Il coefficiente di attrito dinamico è il parametro più importante che l'Ingegnere Strutturista deve conoscere per modellare una struttura con isolatori a scorrimento a superficie curva. Per qualsiasi materiale di scorrimento il coefficiente di attrito è dipendente sia dalla velocità che dalla pressione.

La dipendenza dalla velocità solitamente non è significativa nel campo di velocità associate all'eccitazione sismica di una struttura isolata. Al contrario, è risaputo dalla letteratura, e confermato dai risultati sperimentali, che la dipendenza dalla pressione (carico verticale) non è trascurabile: in particolare il coefficiente d'attrito diminuisce all'aumento del carico verticale. I dispositivi previsti in progetto presentano le seguenti caratteristiche.



Variazione del coefficiente di attrito

5.1. Procedura di sostituzione dei dispositivi di isolamento

La sostituzione dei dispositivi di isolamento si rende necessaria nel caso di un grave danneggiamento (per es. a seguito di sisma superiore a quello di progetto, carico anomalo applicato, ecc.). Per gli aspetti inerenti *le istruzioni per l'ispezione e la manutenzione degli isolatori a scorrimento* si rimanda allo specifico capitolo nell'elaborato PS.RT02a.

La sostituzione degli isolatori o di parti di essi deve essere effettuata in modo da evitare qualsiasi danno alla struttura. La sostituzione di un isolatore è un'operazione che richiede il trasferimento temporaneo delle azioni verticali agenti sul dispositivo. Tali azioni possono essere trasferite direttamente dai martinetti alla sottostruttura, oppure indirettamente, disponendo i martinetti su un'opportuna struttura provvisoria di contrasto.

Nel caso in progetto, si prevedono quattro martinetti per ogni dispositivo; i martinetti dovranno essere disposti ad una distanza tale da consentire lo sfilamento in direzione orizzontale del dispositivo; la capacità portante complessiva degli stessi è prevista pari al massimo carico previsto per i dispositivi che di seguito si riporta:

- Dispositivi Centrali FIP-D L $N_{Ed}=4000\text{kN}$ – Singolo martinetto 1000kN
- Dispositivi Laterali FIP-D M $N_{Ed}=2500\text{kN}$ – Singolo martinetto 625kN

Le operazioni per la sostituzione degli isolatori devono essere condotte secondo l'ordine seguente, valido per la configurazione di ancoraggio prevista con viti/spine:

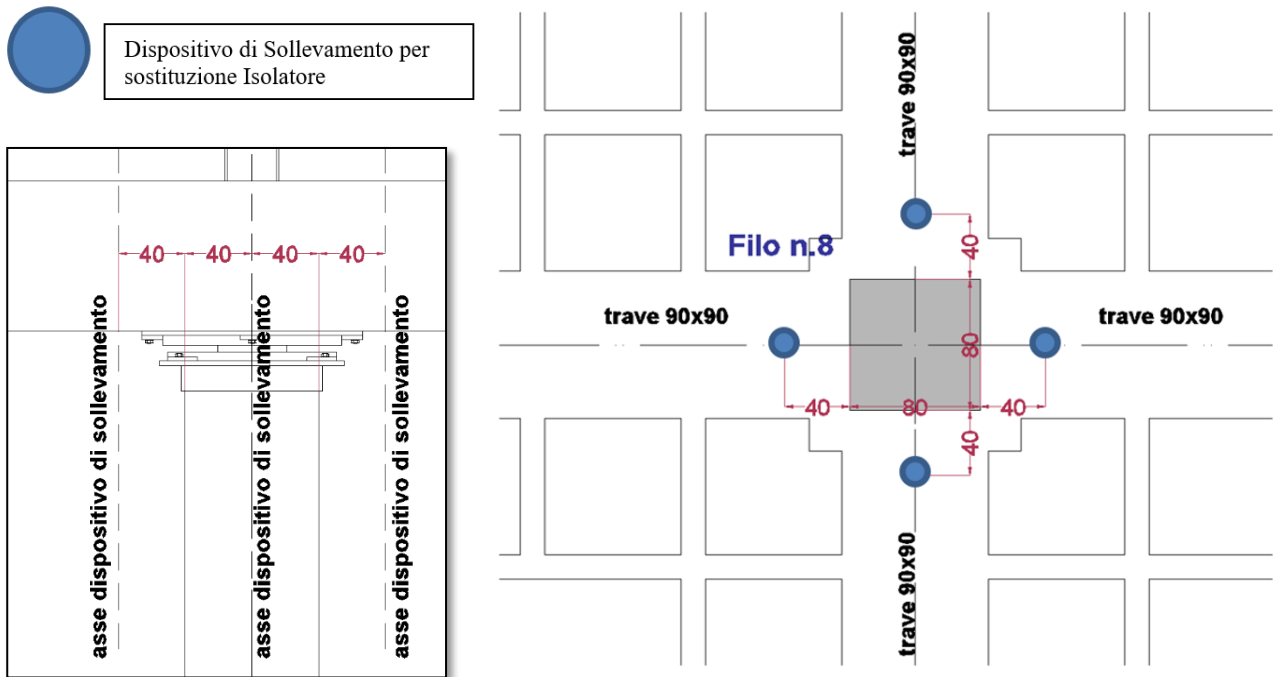
- Montaggio delle eventuali staffe di trasporto necessarie a mantenere unite le varie parti dell'isolatore;
- Rimozione delle viti/spine di ancoraggio che collegano l'isolatore alla sovrastruttura;
- Installazione dei dispositivi per il sollevamento della sovrastruttura;
- Sollevamento della struttura fino ad ottenere la separazione della superficie dell'estradosso isolatore dalla sovrastruttura;
- Rimozione delle viti/spine per l'ancoraggio dell'isolatore alla sottostruttura;
- Rimozione dell'isolatore;
- Posizionamento del nuovo isolatore e fissaggio alla sottostruttura mediante le viti/spine d'ancoraggio;
- Abbassamento della sovrastruttura;
- Fissaggio dell'isolatore alla sovrastruttura mediante le viti/spine di ancoraggio;
- Rimozione delle staffe di trasporto.

Di seguito si riporta una possibile configurazione dei cavalletti di supporto dei martinetti, la cui progettazione è funzione della tipologia di martinetti impiegata e delle procedure di messa in opera specifiche che saranno definite dall'impresa manutentrice.



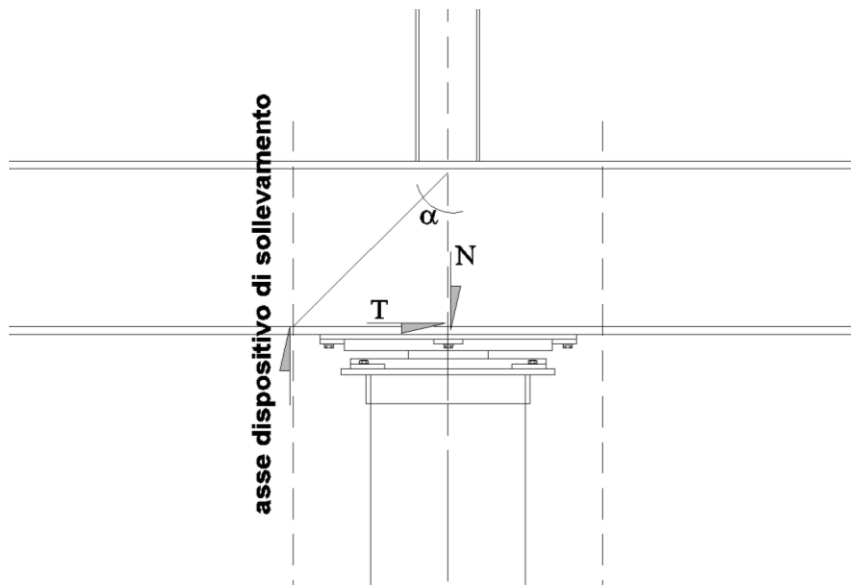
All'interfaccia martinetto-trave piastrone è necessario interporre un idoneo supporto atto a diffondere lo sforzo massimo previsto per i martinetti al calcestruzzo, uguale o inferiore a f_{cd} .

Per quanto attiene alla struttura in progetto la disposizione dei martinetti è prevista come segue, in corrispondenza delle travi di raccordo della piastra alleggerita superiore.



*Posizionamento dei dispositivi di sollevamento (martinetti) per la sostituzione degli isolatori
Pianta e sezione tipo*

In tali condizioni, per la configurazione di carico maggiore per il dispositivo, e quindi per il martinetto, si perviene alla seguente distribuzione di sforzi di trazione nelle armature inferiori, calcolata assumendo un meccanismo strut&tie.



L'inclinazione α è pari a:

$$\alpha = \text{arccotang} \left(\frac{L}{0.9 \times d} \right) = \text{arccotang} \left(\frac{0.8}{0.9 \times 0.84} \right) = 43^\circ, 3316$$

E pertanto lo sforzo di trazione T è pari a:

$$T = N/4 \cdot tg\alpha = 4000/4 \cdot tg(43^\circ, 3316) = 943.39kN$$

La sollecitazione nell'armatura minima inferiore (12 ϕ 24) è pertanto pari, in percentuale, alla resistenza degli acciai in opera, a:

$$f_y/f_{yd} = (T/n_{barr} \cdot A_{rea})/f_{yd} = (943,39/(12 \cdot 4,52))/391 = 0.044 = 4,448\%$$

Tali valori rientrano ampiamente nell'intervallo di ammissibilità per le strutture in oggetto.

Per quanto attiene al controllo delle deformazioni è necessario limitare l'up-lift dell'intradosso dell'impalcato cautelativamente a 1/800 della luce minima tra i pilastri (L=10,46m), che nel caso in oggetto è pari a:

$$\Delta L = L_{max}/800 = 1046/800 = 1,31cm \text{ (up-lift massimo)}$$

6. MATERIALI

Rimandando alla Relazione sui Materiali per i dettagli, di seguito si riporta in sintesi la descrizione dei materiali strutturali.

6.1. Elementi strutturali in c.a.

Calcestruzzo Classe di resistenza C 25/30

Classe di esposizione XC2

Massimo rapporto a/c: 0,60

Minimo contenuto in cemento: 300 kg/m³

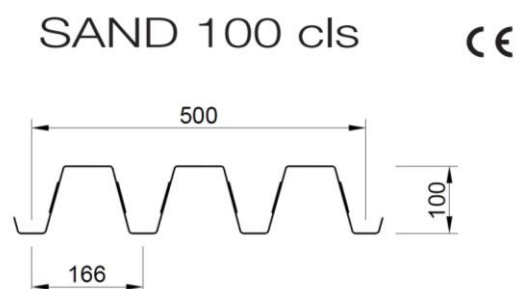
Lavorabilità: Slump S4

Massima dimensione inerti: 20mm

Acciaio per cemento armato B450C

6.2. Solai in lamiera grecata collaborante

Gli orizzontamenti sono realizzati per mezzo di solai in lamiera grecata del tipo SAND100 e soletta in c.a.



Le lamiere previste in opera presentano spessore pari a 0,8mm e sono realizzate con acciaio S280GD-EN10147. Il ridimensionamento del solaio è condotto per mezzo delle schede tecniche di seguito riportate.

H	s	peso soletta	Luce (m)	Luce (m)																			
				1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	
mm	mm	kg/mq																					
140	0,7	212,8	Portata q = daN / mq	1370	1150	980	850	745	660	590	525	475	430	390	355	325	275	235	200	170	145	120	
	0,8	214,1		1370	1150	980	850	745	660	590	525	475	430	390	355	325	300	275	250	220	190	160	
	Tu,Rd	1		216,8	1370	1150	980	850	745	660	590	525	475	430	390	355	325	300	275	250	230	215	195
	0,090	1,2		219,5	1370	1150	980	850	745	660	590	525	475	430	390	355	325	300	275	250	230	215	195
150	0,7	237,3	Portata q = daN / mq	1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	350	300	260	220	190	160	135	
	0,8	238,6		1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	270	235	205	175	
	Tu,Rd	1		241,3	1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
	0,090	1,2		244,0	1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
160	0,7	261,8	Portata q = daN / mq	1695	1415	1210	1050	920	815	725	655	590	535	485	440	380	325	280	240	205	175	150	
	0,8	263,1		1695	1415	1210	1050	920	815	725	655	590	535	485	445	405	370	335	290	255	220	190	
	Tu,Rd	1		265,8	1695	1415	1210	1050	920	815	725	655	590	535	485	445	405	370	340	315	290	265	240
	0,090	1,2		268,5	1695	1415	1210	1050	920	815	725	655	590	535	485	445	405	370	340	315	290	265	245
170	0,7	286,3	Portata q = daN / mq	1860	1540	1310	1130	980	865	765	685	615	555	500	445	385	325	275	230	190	155	125	
	0,8	287,6		1860	1540	1310	1130	980	865	765	685	615	555	500	450	405	365	325	285	245	205	170	
	Tu,Rd	1		290,3	1860	1540	1310	1130	980	865	765	685	615	555	500	450	405	365	330	295	260	230	200
	0,090	1,2		293,0	1860	1540	1310	1130	980	865	765	685	615	555	500	450	405	365	330	295	260	230	200

n° 1 bachina a 1/2L

Considerata la luce massima di calcolo, interasse degli arcarecci (travi secondarie), pari a 3,00m, risulta che la tipologia **H=140** consente di portare i carichi di calcolo con una lamiera di spessore pari a **0,8”**.

6.3. Acciaio per strutture metalliche

La carpenteria metallica è realizzata con i materiali descritti dalle seguenti caratteristiche:

- Acciaio laminato da carpenteria S355
- Nodi bullonati realizzati con bulloni e tirafondi ad alta resistenza 8.8
- Saldature a completo ripristino di resistenza.

7. DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E MODELLO GEOTECNICO

Dai certificati di collaudo e dalla documentazione originaria disponibile, risulta che i terreni di fondazione sono essenzialmente caratterizzati da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni furono accertate in due fasi: la prima consistente in tre sondaggi ubicati nelle zone ove era prevista l'esecuzione delle fondazioni a pozzo; la seconda, di approfondimento, per valutare la qualità dei terreni nell'intorno del serbatoio interrato di cui era stata disposta la rimozione.

Anche in quest'ultima zona fu confermata la natura granulare del terreno, ma con valori di densità relativa più bassi.

Dalla relazione di collaudo emerge inoltre che i sondaggi in corrispondenza del reticolo di travi rovesce, fornirono una risposta, in termini di grado di addensamento, minore di quelle precedenti, e pertanto fu eseguito un trattamento di bonifica.

In particolare, la bonifica comportò la posa in opera di misto granulare compattato in corrispondenza delle travi rovesce e strati alternati di misto granulare compattato e cls magro di 25cm al di sotto dei plinti.

Al fine di confermare la natura e le caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno sono state eseguite campagne di indagini geognostiche e geofisiche. Per i dettagli si rimanda a:

- Relazione sulle indagini geognostiche e stratigrafiche eseguite da eseguite dal Dott. Geol. Francesco Borgese;
- Indagine Geofisica in Foro Down-Hole a firma dell'amministratrice Dott.ssa Gironda Valeria;
- Relazione sulle Indagini a firma del Dott. Geol. Alberto Caprara.

Di seguito si riportano i principali stralci.



Ubicazione dei sondaggi stratigrafici (S1 , S2)

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geognostiche Realizzazione Nuova Sede XII Reparto Mobile PS	Sondaggio: S1
Località: Santa Caterina - Reggio Calabria	Quota:
Impresa esecutrice:	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: A Carotaggio Continuo	

ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
											S.P.T.	N				
					1										Terreno di riporto composto da sabbia limo-argillosa, con presenza di ghiaia, ciottoli e frammenti di laterizio, scarsamente addensato, di colore marrone chiaro.	
					2											
					3											
					4									3.8		
					4.3									4.3		Sabbia in matrice argillosa, con presenza di ciottoli, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
					5			1) She < 4,50 5,00				3-9-16	25			Sabbia a granulometria fine e grossolana, in matrice limo-argillosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
					6											
					7											
					8											
					9											
					10											
					11											
					12											
					13											
					14										14.0	
					15											Sabbia in matrice limo-argillosa, debolmente ghiaiosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
					16											
					16.5										16.5	
					17											Sabbia a granulometria grossolana, in matrice limo-argillosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
					18											
					19											
					20											
					21										21.0	
					22											Sabbia debolmente limosa, con presenza di ciottoli, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
					22.3										22.3	
					23											Sabbia argillosa a granulometria da fine a molto fine, con presenza di un frammento di trovante di genesi metamorfica, mediamente addensata, di colore marrone.
					24											
					25											
					26										26.0	
					27										27.0	Frammenti di trovante in matrice argillosa, di colore grigio scuro.
					28										Sabbia argillosa con presenza di locali livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.	
					29											
					30									30.0		

Colonna stratigrafica S1

STRATIGRAFIA - S2

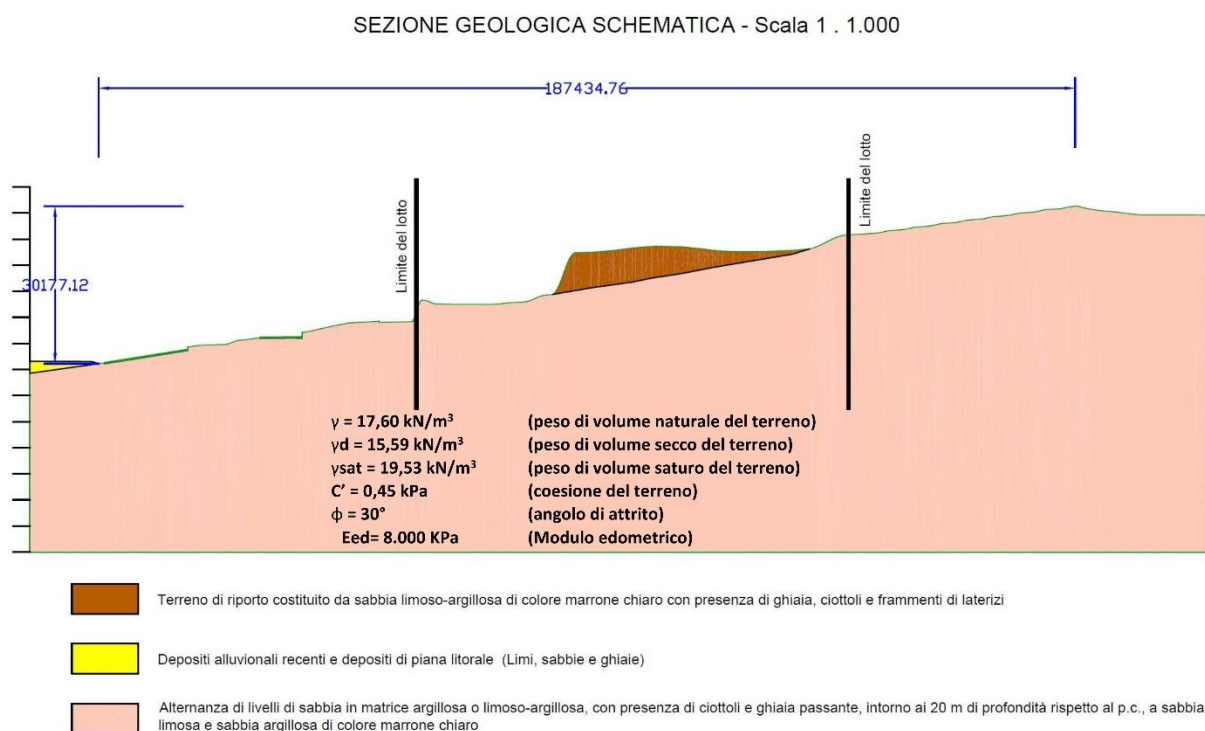
SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geognostiche Realizzazione Nuova Sede XII Reparto Mobile PS	Sondaggio: S2
Località: Santa Caterina - Reggio Calabria	Quota:
Impresa esecutrice:	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: A Carotaggio Continuo	

o mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1.										Terreno di riporto composto da sabbia limo-argillosa, con presenza di ciottoli e frammenti di trovante, scarsamente addensato, di colore marrone chiaro.
				2.										
				3.										
				4.										
				5.								4.2		Sabbia debolmente argillosa, ghiaiosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				6.		1) She < 5,50 6,00				12-18-26	44	6.0		Frammenti di trovante in matrice sabbioso-argillosa, di colore grigio chiaro.
				7.								7.0		Sabbia a granulometria medio-grossolana, debolmente limosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				8.										
				9.								8,8		
				10.								9,5		Sabbia debolmente limosa, con presenza di ciottoli e frammenti di trovante, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				11.										Sabbia debolmente limosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				12.										
				13.								12,8		Sabbia a granulometria medio grossolana, debolmente limosa, con presenza di piccoli livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone.
				14.										
				15.										
				16.										
				17.								16,5		Sabbia in matrice limosa con presenza di ciottoli e frammenti di trovante di genesi metamorfica, mediamente addensata, di colore grigio chiaro.
				18.								18,0		Sabbia debolmente argillosa, con presenza di sporadici livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone.
				19.										
				20.										
				21.										
				22.										
				23.								22,5		Sabbia debolmente argillosa, con presenza di rari ciottoli di piccole dimensioni, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				24.										
				25.										
				26.										
				27.										
				28.										
				29.										
				30.									30,0	

Colonna stratigrafica S2

In accordo a quanto descritto nella Relazione Geologica si adotta il modello geotecnico di seguito descritto.



Modello geotecnico di riferimento ottenuto

8. ANALISI DEI CARICHI

Ai fini del progetto sono stati considerati i carichi ed i sovraccarichi in accordo a quanto previsto ai punti 2.5 e 3.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2018. Per i dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo. Si evidenzia che, tenuto conto della particolare tipologia strutturale e funzionale, e volendo garantire la possibilità di modificare nel futuro i layout architettonici, si assumono valori nominali medi per gli elementi non strutturali e portati (G2), prevedendo un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{G2}=1,5$ come meglio specificato nel paragrafo sulle combinazioni adottate.

8.1. Carichi Permanenti Strutturali e non strutturali

Solaio Piano Terra, alveolare in c.a. gettato in opera $h=15+60+15=90\text{cm}$

L'impalcato prevede un'altezza complessiva pari a 90cm, di cui 15cm di soletta superiore e 15cm di soletta inferiore, travetti interassati di lunghezza variabile e larghezza 15cm. Il volume contenuto tra i due travetti verrà occupato da pani di polistirolo.

– Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G_1

01 – Soletta superiore in c.a. ($\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$)

$$0,15 \times 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

02 – Soletta inferiore in c.a. ($\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$)

$$0,15 \times 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

03 – Travetti ($\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$)

In una fascia di un metro di solaio sono presenti mediamente $1/1,97=0,51$ travetti di sezione:

$$0,51 \times (0,15 \times 0,60) \times 25 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

04 – Polistirolo

Si assume un peso pari a $0,18 \text{ kN/m}^2$

In definitiva il peso proprio del solaio vale:

$$G_1 = 3,75 + 3,75 + 1,15 + 0,18 = 8,83 \text{ kN/m}^2$$

– Carichi permanenti portati: G_2

01 – Massetto ($\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$)

$$0,10 \times 16 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

02 – Pavimento

Per i pavimenti previsti si assume un carico pari a $0,40 \text{ kN/m}^2$.

03 – Tramezzature

Le tramezzature interne sono previste realizzate con tre tipologie, in funzione dell'ambiente che racchiuderanno (servizi, uffici, ect). Di seguito vengono riportate tutte le tipologie:

La **parete tipo1** è composta da:

PARETE TIPO 1			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
2	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
			20

La **parete tipo 2** è composta da:

PARETE TIPO 2			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf lastra GKB-BV	12,5	2,83
2	Pannello tipo ekovetro P in lana minerale prodotto con tecnologia Ecose	60	0,9
3	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
4	Incidenza profili		10,00
			23,73

La parete tipo 3 è composta da:

PARETE TIPO 3			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
2	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
3	Pannello tipo ekovetro P in lana minerale prodotto con tecnologia Ecose	75	1,05
4	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
5	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
6	Incidenza profili		10,00
			51,05

Considerando la tipologia 3, ovvero quella con il peso maggiore, si ottiene il seguente peso a metro lineare:

$$51.05 \times 3.00 = 153.15 \text{ kg/m} = 1.53 \text{ kN/m}$$

Ai fini del progetto esecutivo, considerata la possibilità di variazioni in esercizio, si assume un carico di 1,20 kN/m² quale contributo al carico permanente dovuto all'incidenza tramezzi come descritto al punto 3.1.3.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018.

per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

In definitiva il carico permanente sul solaio vale:

$$G_2 = 1,60 + 0,40 + 1,20 = 3,20 \text{ kN/m}^2$$

Solaio Piano Tipo, Solai in lamiera grecata h=14cm

Gli orizzontamenti sono realizzati per mezzo di solai in lamiera grecata e soletta in c.a

– Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G_1

01 – Solaio in lamiera grecata [tipo SAND100 cls con H140 e s=0,8"]

Il peso del solaio è pari a 2,141kN/m²

$$G_1 = 2,141 \text{ kN/m}^2$$

– Carichi permanenti portati: G_2

01 – Massetto ($\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$)

$$0,10 \times 16 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

02 – Pavimento

Per i pavimenti previsti si assume un carico pari a $0,40 \text{ kN/m}^2$.

03 – Tramezzature

Le tramezzature interne sono previste realizzate con tre tipologie, in funzione dell'ambiente che racchiuderanno (servizi, uffici, ect). Di seguito vengono riportate tutte le tipologie:

La **parete tipo1** è composta da:

PARETE TIPO 1			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
2	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
			20

La **parete tipo 2** è composta da:

PARETE TIPO 2			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf lastra GKB-BV	12,5	2,83
2	Pannello tipo ekovetro P in lana minerale prodotto con tecnologia Ecose	60	0,9
3	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
4	Incidenza profili		10,00
			23,73

La **parete tipo 3** è composta da:

PARETE TIPO 3			
	STRATIGRAFIA	Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
2	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10

3	Pannello tipo ekovetro P in lana minerale prodotto con tecnologia Ecosse	75	1,05
4	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
5	Pannello carton gesso tipo Knauf IDROLASTRA H	12,5	10
6	Incidenza profili		10,00
			51,05

Considerando la tipologia 3, ovvero quella con il peso maggiore, si ottiene il seguente peso a metro lineare:

$$51.05 \times 3.00 = 153.15 \text{ kg/m} = 1.53 \text{ kN/m}$$

Ai fini del progetto esecutivo, considerata la possibilità di variazioni in esercizio, si assume un carico di $1,20 \text{ kN/m}^2$ quale contributo al carico permanente dovuto all'incidenza tramezzi come descritto al punto 3.1.3.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018.

per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

04 – Controsoffitti ed impianti

Per i controsoffitti e gli impianti si assume un carico unitario medio pari a $0,50 \text{ kN/m}^2$.

In definitiva il carico permanente sul solaio vale:

$$\mathbf{G_2 = 1,60 + 0,40 + 1,20 + 0,50 = 3.70 \text{ kN/m}^2}$$

Solaio Piano Copertura, Solai in lamiera grecata $h=14\text{cm}$

Gli orizzontamenti sono realizzati per mezzo di solai in lamiera grecata e soletta in c.a

– Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G_1

01 – Solaio in lamiera grecata

Il peso del solaio è pari a $2,141 \text{ kN/m}^2$

$$\mathbf{G_1 = 2,141 \text{ kN/m}^2}$$

– Carichi permanenti portati: G_2

01 – Pavimento

Per i pavimenti previsti si assume un carico pari a 0,40 kN/m².

02 – Massetto ($\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$)

$$0,10 \times 16 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

03 – Strato coibente

Per lo strato coibente si assume un carico pari a 0,45 kN/m²

04 – Controsoffitti ed impianti

Per i controsoffitti e gli impianti si assume un carico pari a 0,50 kN/m².

In definitiva il carico permanente sul solaio vale:

$$\mathbf{G_2 = 0,40 + 1,60 + 0,40 + 0,50 = 2,90 \text{ kN/m}^2}$$

Scale

Le scale sono realizzate con nucleo portante in c.a. di spessore 30 cm, da cui si aggettano i gradini ed i pianerottoli.

– *Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G1*

I pesi propri sono valutati direttamente dal modello strutturale sulla base delle dimensioni delle sezioni.

– *Carichi permanenti portati: G2*

01 – Gradini

Per i gradini previsti si assume un carico pari a

$$0,30 \times 0,16 \times 25 \times 3,33 = 4,1208 \text{ kN/m}^2.$$

02 – Massetto ($\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$)

$$1,30^* \times 0,05 \times 16 = 1,04 \text{ kN/m}^2$$

03 – marmo

Per lo strato coibente si assume un carico pari a 1,00 kN/m²

* influenza alzate gradini.

In definitiva il carico permanente non strutturale vale:

$$\mathbf{G_2 = 4,1208 + 1,04 + 1,00 = 6,1608 \text{ kN/m}^2}$$

Tompagni

I tompagni sono previsti realizzati con due pannelli (esterno-interno), strutturalmente autonomi e composte dalle seguenti stratigrafie:

STRATIGRAFIA - PANNELLO INTERNO		Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Pannello carton gesso tipo GYPSOTECH lastra STD	12,5	10,60
2	Pannello carton gesso tipo Knauf lastra GKB-BV	12,5	2,83
3	Pannello tipo ekovetro P in lana minerale prodotto con tecnologia Ecose	45	0,68
4	Incidenza profili		10,00
			24,11

STRATIGRAFIA - PANNELLO ESTERNO		Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)
1	Isolastra tipo MN 115 con lastra Knauf GKB (A) accoppiata con lana minerale (LM)	100	13,3
2	Pannello tipo sistema Knauf acquapanel outdoor	12,5	16
3	Pannello tipo Isopan Isoparete Plus pannello a doppio rivestimento metallico con isolamento in poliuretano	80	13,7
4	Incidenza profili		10
			53,00

A vantaggio di sicurezza, considerata la possibilità di modifiche in esercizio, si assume per il tomagno un peso nominale riferito a pannelli di spessore complessivo (sezione piena) pari a 15,00 cm e peso per unità di volume 8,00 kN/m³, ovvero

$$0,15 \times 8,00 = 1,20 \text{ kN/m}^2 = 120 \text{ kg/m}^2$$

8.2. Carichi Variabili

Impalcato Piano Primo

In considerazione della destinazione d'uso, in accordo a quanto previsto al pt.3.1.4, Tab.3.1.II, NTC 2018, si assumono i seguenti carichi accidentali:

$$\text{Categoria B1} \quad q_{k1}=2,00 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k=2,00 \text{ kN} \quad H_k=1,00 \text{ kN/m}$$

Impalcato Tipo

In considerazione della destinazione d'uso, in accordo a quanto previsto al pt.3.1.4, Tab.3.1.II, NTC 2018, si assumono i seguenti carichi accidentali:

$$\text{Categoria B1} \quad q_{k1}=2,00 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k=2,00 \text{ kN} \quad H_k=1,00 \text{ kN/m}$$

Impalcato copertura

In considerazione della destinazione d'uso, in accordo a quanto previsto al pt.3.1.4, Tab.3.1.II, NTC 2018, si assumono i seguenti carichi accidentali:

$$\text{Categoria H1} \quad q_{k1}=0,50 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k=1,20 \text{ kN} \quad H_k=1,00 \text{ kN/m}$$

Scale

In considerazione della destinazione d'uso, in accordo a quanto previsto al pt.3.1.4, Tab.3.1.II, NTC 2018, si assumono i seguenti carichi accidentali:

$$\text{Categoria A2} \quad q_{k1}=4,00 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k=4,00 \text{ kN} \quad H_k=2,00 \text{ kN/m}$$

Carico da neve

Il carico da neve q_s è stato determinato secondo quanto previsto al punto 3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.08:

Provincia	Reggio di Calabria
Zona Climatica	III
Altitudine a_s	53 m s.l.m.
Esposizione	Normale
Periodo di ritorno	75 anni

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

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ KN/m}^2$$

dove:

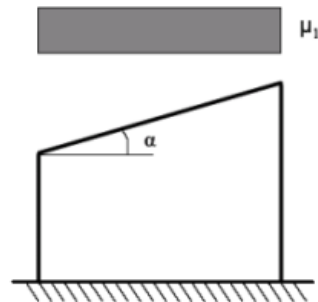
μ_i	Coefficiente di forma della copertura
$C_E = 0.9$	Coefficiente di esposizione
$C_t = 1.0$	Coefficiente termico
$q_{sk} = 0.60 \text{ KN/m}^2$	Carico neve al suolo

Nel caso in esame (copertura ad una falda), con

$$\alpha = 0.00^\circ$$

il coefficiente di forma vale:

$$\mu_1(\alpha) = 0.80 \quad \Rightarrow \quad q_s = 0.43 \text{ KN/m}^2$$



Carico da vento

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici degli elementi che compongono la costruzione.

Secondo quanto previsto al punto 3.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2018, la pressione del vento è data dall'espressione:

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

in cui:

q_b *pressione cinetica di riferimento;*

- c_e coefficiente di esposizione;
 c_p coefficiente di forma;
 c_d coefficiente dinamico.

Pressione cinetica di riferimento.

La pressione cinetica di riferimento q_b è data dall'espressione:

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

dove

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

v_b velocità di riferimento del vento (in m/s).

Il valore della velocità di riferimento è dato da:

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

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri funzione della zona vento a cui appartiene la Regione Calabria, (zona 3).

Zona Vento	$V_{b,0}$ (m/s)	a_0 (m)	K_a (1/s)
3	27	500	0.020

Categoria di esposizione	K	z_0 (m)	z_{min} (m)
3	0.20	0.10	5

Altitudine	$a_s = 53$ m.s.l.m.
Distanza dalla costa:	terra - entro 10 Km
Classe di rugosità terreno:	B
Altezza manufatto:	$h = < 20.00$ m
Periodo di ritorno:	$T_R = 75$ anni $T_R = 0.75 \{1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)]\}^{0.5} = 1.02$
Velocità di riferimento del vento:	$V_b = V_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $V_b = V_{b,0} + K_a (a_s - a_0)$ per $a_s > a_0$ $V_b = 27.000$ m/s $V_b(T_R) = T_R V_b = 27.633$ m/s
Coefficiente dinamico:	$C_d = 1.00$
Coefficiente di forma:	$C_p = - 0.40$
Coefficiente di attrito:	$C_f = 0.02$
Coefficiente di topografia:	$C_t = 1.00$

Coefficiente di esposizione:	$C_e(z) = K^2 C_t \ln(z/z_0) [7 + C_t \ln(z/z_0)]$	per $z \geq z_{\min}$
	$C_e(z) = C_e(z_{\min})$	per $z < z_{\min}$
	$C_e(z) = 2.61$	

Le azioni del vento si traducono in pressioni (positive) e depressioni (negative) agenti normalmente alla superficie degli elementi che compongono la costruzione. La pressione agente su un singolo elemento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d = -497.57 \text{ Pa}$$

dove,

$$q_b = 1/2 \rho v_b^2 \quad \text{è la pressione cinetica di riferimento;}$$

$$\rho = 1,25 \text{ Kg/m}^3 \quad \text{è la densità dell'aria.}$$

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è:

$$p_f = q_b C_e C_f = 24.88 \text{ Pa}$$

Azioni termiche

Ai fini delle verifiche si considerano i carichi termici previsti dal paragrafo 3.5 NTC 2018. Per la particolare tipologia strutturale, considerata la capacità di deformazione degli isolatori e il sistema di coibentazione previsto per l'edificio, i carichi termici previsti da norma non modificano lo stato deformativo e di sollecitazione indotto nelle strutture dai carichi applicati.

9. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico considerate ai fini del progetto e delle verifiche sono le seguenti:

combinazione fondamentale per la verifica degli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione caratteristica rara (SLE):

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione frequente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione quasi permanente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica (SLD e SLV):

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

I coefficienti parziali di sicurezza per le verifiche degli elementi strutturali, in accordo alla Tab. 2.6.I. NTC2018 (STR), valgono:

$$\gamma_{G1} = 1,30$$

$$\gamma_{G2} = 1,50$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

Come detto, si assume $\gamma_{G2} = 1,50$ per i carichi non strutturali e portati al fine di garantire una flessibilità d'utilizzo con potenziali modifiche dei layout architettonici.

I coefficienti di combinazione sono stati valutati in funzione della destinazione d'uso in accordo a quanto riportato nella Tab. 2.5.I, NTC2018 di seguito riportata:

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati portando in conto le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove G_1 , G_2 e Q rappresentano i carichi permanenti strutturali, permanenti non strutturali e quelli accidentali. Per il calcolo ed il progetto degli isolatori sismici sono calcolate le azioni verticali sugli stessi nelle condizioni medie di funzionamento, prevedendo una combinazione di carico ad-hoc "Carichi Sismici", riportata nel modello per SLC.

10. CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in accordo alle Nuove Norme Tecniche allegata al DM 2018, sono definite a partire dalla “*pericolosità sismica di base*” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Le forme spettrali sono definite, per ogni probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di tali parametri sono definiti in funzione delle coordinate geografiche del sito di costruzione e del periodo di ritorno T_R degli eventi attesi.

La struttura in progetto è prevista nel Comune di Reggio di Calabria nel sito individuato dalle seguenti coordinate geografiche:

latitudine 38,1291°– longitudine 15,6574°

Il periodo di ritorno T_R , espresso in anni, dipende dalla vita di riferimento dell’opera:

$$V_R = V_N \times C_u$$

dove:

- La vita nominale V_N , in considerazione dell’importanza dell’opera in progetto, è stata assunta pari a 50 anni;
- Il coefficiente d’uso C_u vale 2 in considerazione della classe d’uso cui appartiene l’edificio in progetto. In particolare l’edificio può considerarsi appartenente alla classe d’uso IV.

Ai fini delle verifiche, lo spettro di risposta elastico S_e descrittivo della componente orizzontale in termini di pseudo-accelerazione è espresso dalle seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta + F_o} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right) \end{aligned}$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali:

- T è il periodo di vibrazione della struttura;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T è il coefficiente di amplificazione topografica ($S_T = 1,0$);

- η è il fattore che modifica lo spettro elastico per fattori di smorzamento ξ diversi da 0,02:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{(5 + \xi)}} \geq 0,55$$

Nel caso in progetto di struttura con capacità dissipative, lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo η con $1/q$.

- F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale valutato in funzione del periodo di ritorno T_R ;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

essendo:

C_C coefficiente funzione della categoria di sottosuolo e T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T_B periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

A tal proposito, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, sia nazionale NTC2018 che regionale (Regione Calabria) nonché in riferimento alla tipologia d'uso dell'opera che rientra quale opera di carattere strategico, è stata eseguita un'analisi della risposta sismica locale al fine di definire le azioni sismiche di progetto. In particolare, data la tipologia stessa dell'opera che prevede una struttura sismicamente isolata alla base nonché, diversamente, opere accessorie e funzionali ancorate ai terreni di fondazione, le analisi sono state eseguite per differenti condizioni di stato limite e per i differenti intervalli spettrali interessati dai moti di vibrare delle opere a farsi.

L'analisi di risposta sismica è stata eseguita adottando un modello monodimensionale di propagazione verticale dell'onda sismica, in quanto l'area, rientrante nella categoria topografica T1(

ST= 1), non presenta condizioni morfologiche tali da influenzare la risposta di sito. Inoltre, dalle indagini di sito è emerso un sostanziale andamento piano parallelo dei terreni costituenti la sequenza stratigrafica dei depositi di copertura e del bedrock sismico.

Il modello sismistratigrafico adottato è derivato dall'interpretazione ragionata di quanto scaturito dalle indagini di sito, nello spedito dai risultati delle prove di Down-hole e di analisi accoppiata MASW-HVSR. In particolare, il profilo sismistratigrafico assunto nel calcolo (figura 1) é caratterizzato da depositi superficiali, al netto dello strato corticale di sbancamento di 4.60 metri non interessato dall'opera, aventi velocità V_s di 450 m/s fino a 21.60m che a loro volta ricoprono unità per le quali è stato assunto che la rigidezza aumenti progressivamente con la profondità al fine di tener conto dell'effetto di confinamento litostatico. Tale unità assume, quindi, velocità V_s che variano da 540m/s a 780m/s fino alla profondità di 111.60m alla quale è posizionato il bedrock sismico con V_s di 1000 m/s.

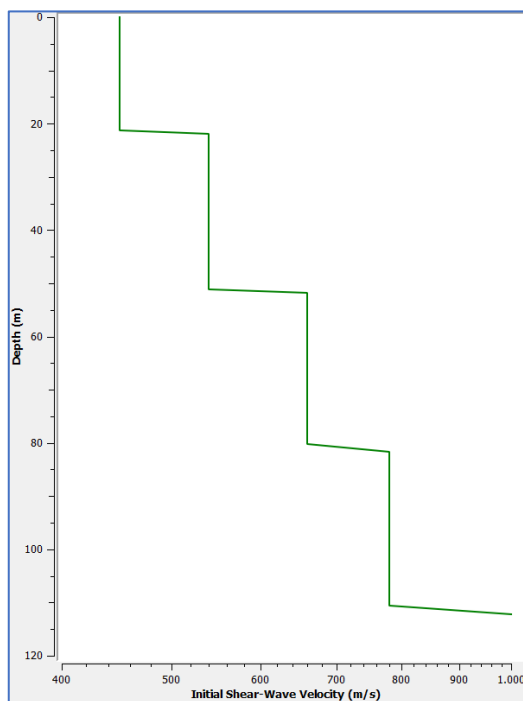


Figura 1: Profilo di velocità delle onde di taglio assunto nelle modellazione.

Il terremoto di progetto (input sismico) è stato ricavato in osservanza dell'NTC 2018 che prevede la scelta di almeno 7 input sismici reali opportunamente scalati e che abbiano spettro-compatibilità con lo spettro relativo al sottosuolo sismico di tipo A, quindi al bedrock affiorante. Questa analisi è stata eseguita tramite il codice Rexel (Iervolino et al., 2010) per differenti condizioni di stato limite relativamente alla classe d'uso IV del fabbricato ($C_u=2$) attribuita alle opere pubbliche strategiche e una probabilità di eccedenza dello spettro dell'evento sismico atteso pari al 10% per una vita nominale dell'opera $V_n=50$ anni, così come stabilito dalla stazione appaltante.

In relazione alle diverse condizioni di stato limite adottato nei calcoli, anche in relazione alle risposte spettrali attese dalle strutture, sono stati selezionati differenti set di accelerogrammi di spettrocompatibilità. Nella seguente tabella si riportano le diverse combinazioni adottate per il calcolo della risposta sismica locale.

Strutture dotate di isolatori sismici alla base.			
Stati limite assunti	SLD	SLV	SLC
Intervallo di spettro compatibilità	1.50s – 4.0s		

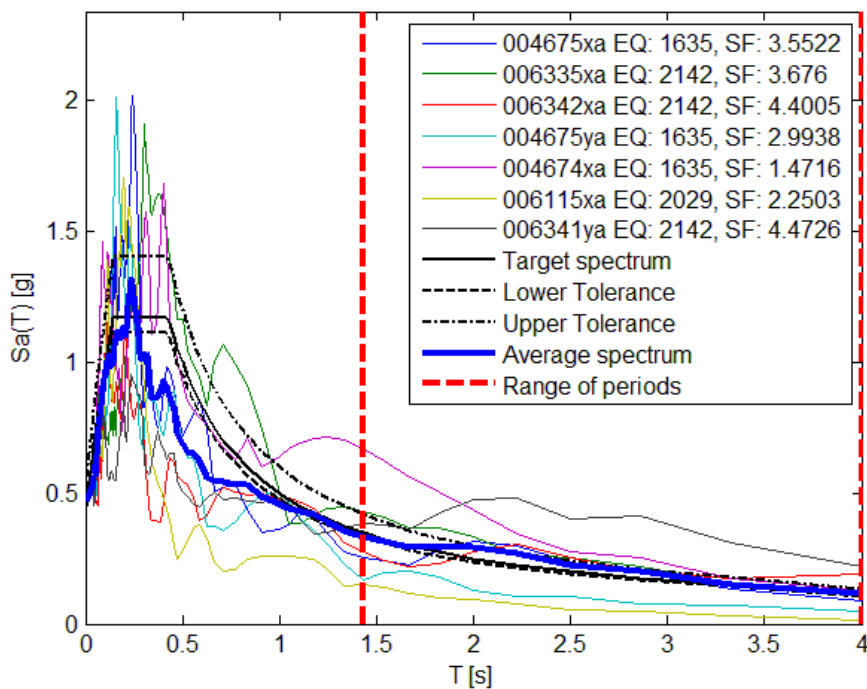
L'analisi della risposta sismica eseguita mediante il software STRATA (Kottke and Rathje, 2013) prevede la risoluzione dell'equazione del moto sismico dell'onda di taglio nel dominio delle frequenze (Seed e Idriss, 1971) in condizioni di campo libero. In particolare il modello contempla l'analisi del degrado dinamico non lineare dei materiali in termini di Modulo di taglio (G/G_0) e di smorzamento (damping, D) secondo un sistema di tipo lineare equivalente al quale è associata una aliquota della deformazione massima di taglio raggiunta che nel seguente calcolo è stata assunta pari a 0.65, in accordo con Seed e Idriss (1971) e per magnitudo (M_R) attese superiori a 6.5. Il calcolo è stato eseguito in regime di tensioni totali.

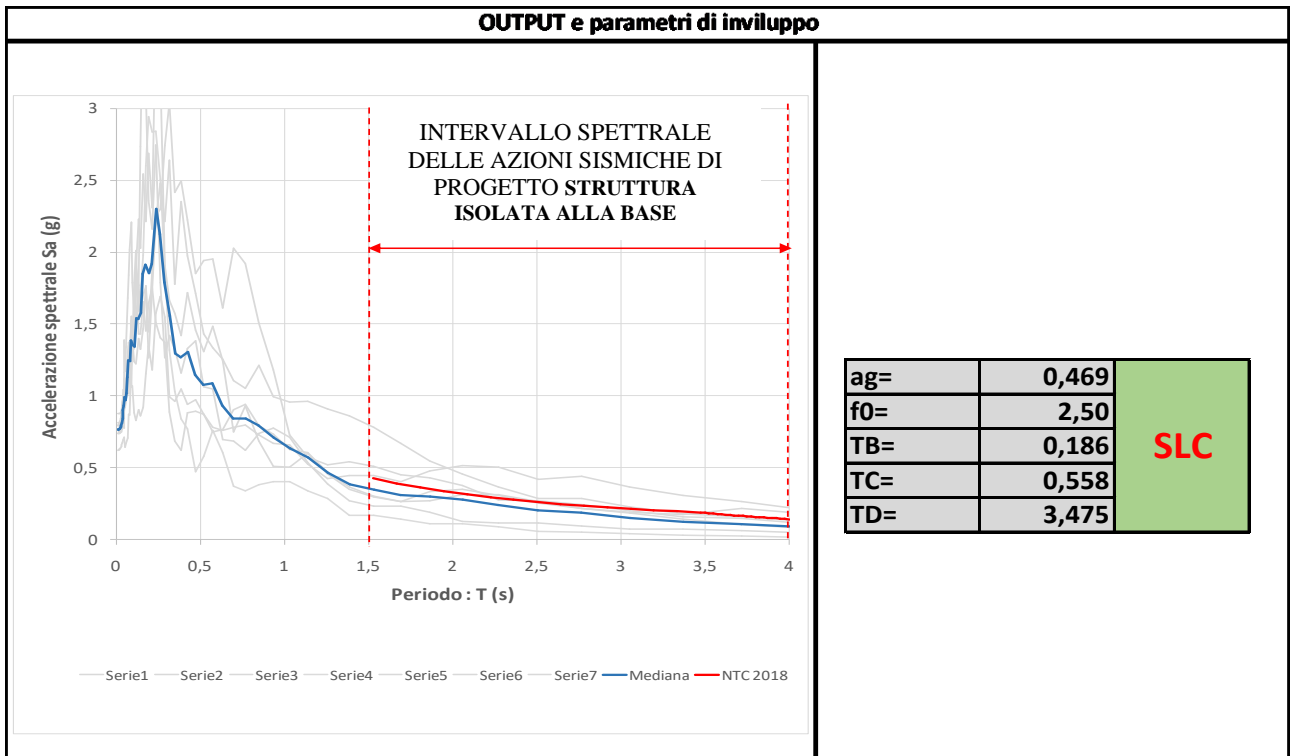
Risposta sismica locale per le strutture fondate su isolatori sismici

- Analisi allo SLC

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 1.5 – 4.0s

Combination no. 1, $SF_{mean} = 3.2596$

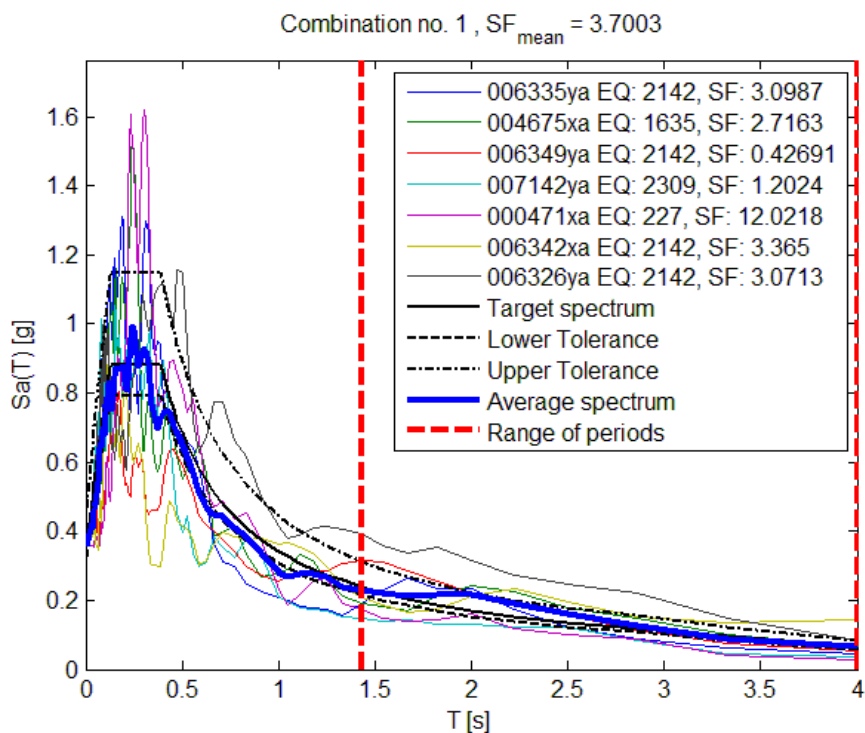


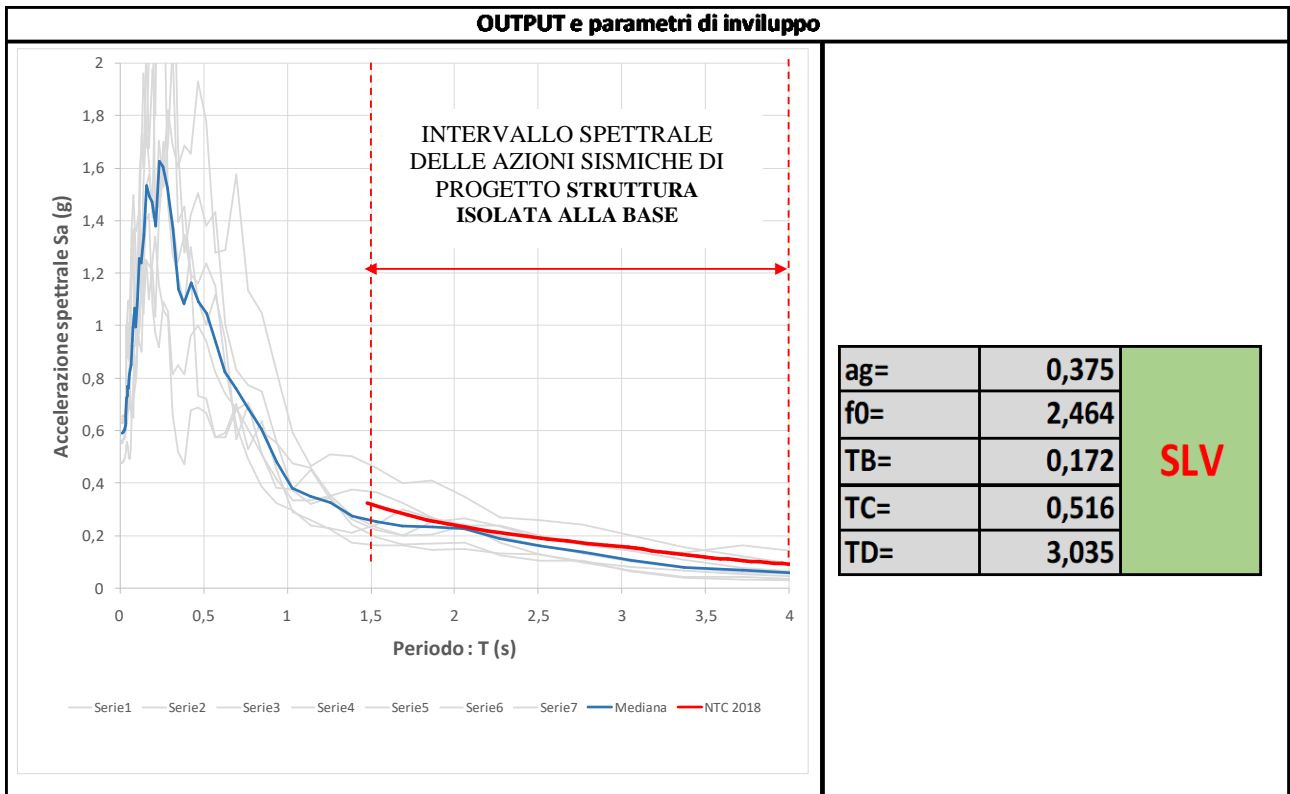


Nota: Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta involuppato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d'uso considerate

- Analisi allo SLV

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 1.5 – 4.0s

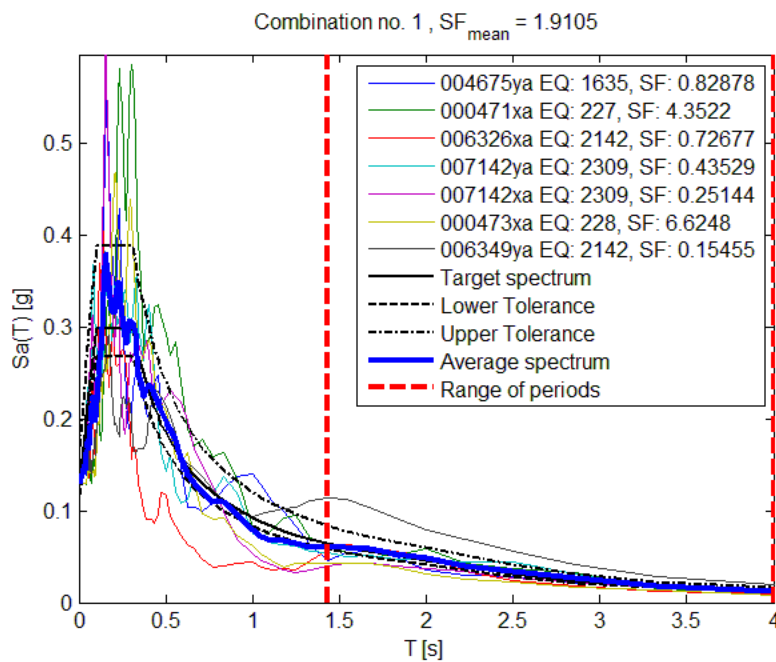


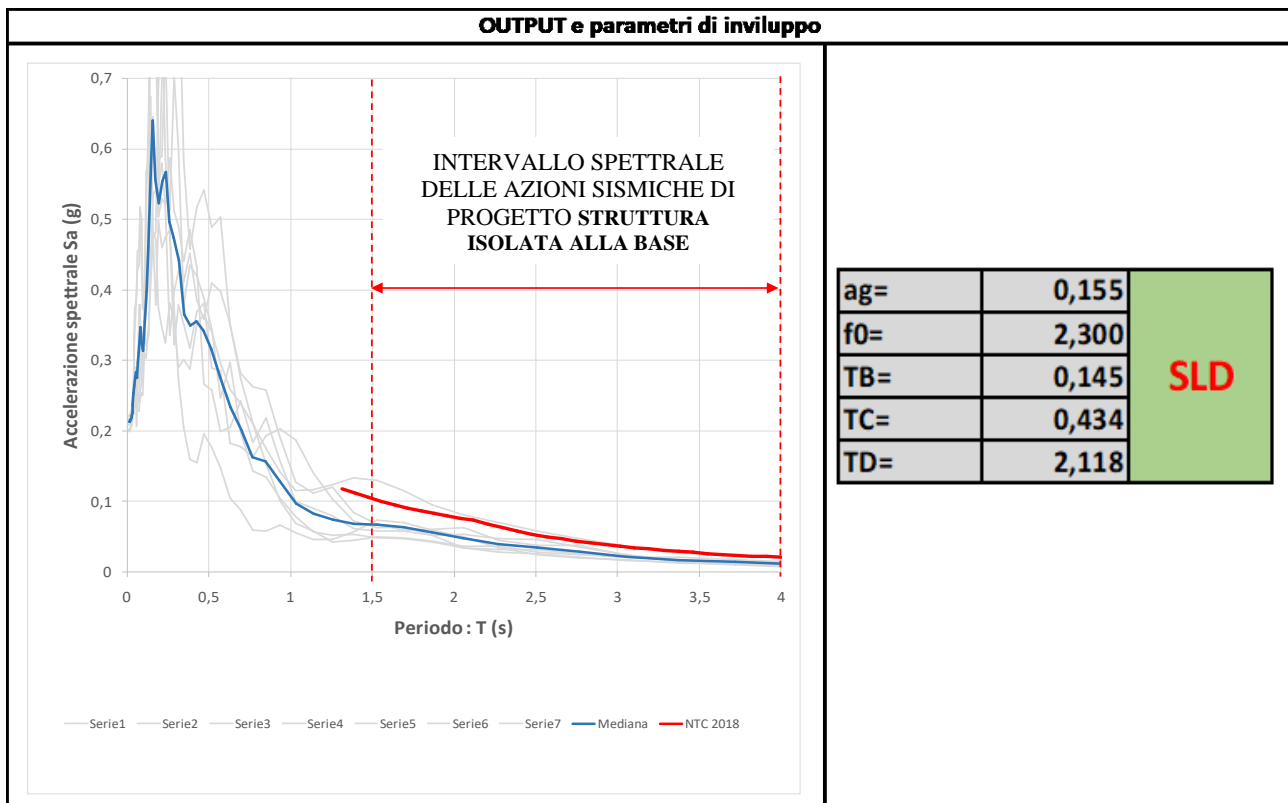


Nota: Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta involuppato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d'uso considerate

- Analisi allo SLD

Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 1.5 – 4.0s





Nota: Nel tratto spettrale di riferimento 1.5 – 4.0 s lo spettro risulta inviluppato dallo spettro relativo al Sottosuolo di Categoria B per le condizioni di stato e di classe d’uso considerate

Le verifiche allo Stato Limite di Operatività sono state condotte considerando lo domanda sismica valutata per lo Stato Limite di Danno, così come descritto al successivo paragrafo 18. Pertanto, in accordo con il geologo, non si è ritenuto necessario valutare lo spettro SLO.

PRINCIPALI PARAMETRI SPETTRO VERTICALE

Per l’edificio isolato sismicamente alla base, i calcoli e le verifiche sono stati condotti considerando la componente verticale prevista da norma per il sito, i cui parametri sono di seguito riportati:

CATEGORIA suolo	B
Categoria topografica	T1
Parametri del sito	
Comune	Reggio di Calabria - (RC)
Longitudine	15.654
Latitudine	38.12
Id reticolo del sito	44989-45211-45212-44990
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=101.0) SLD	0.129
F0(TR=101.0) SLD	2.300
T*C(TR=101.0) SLD	0.310
Ag/g(TR=949.1) SLV	0.358
F0(TR=949.1) SLV	2.464
T*C(TR=949.1) SLV	0.389
Ag/g(TR=1949.57) SLC	0.468
F0(TR=1949.57) SLC	2.50
T*C(TR=1949.57) SLC	0.427
stato limite SLC	
	TB=0.19

	TC=0.56
	TD=3.47
stato limite SLV	
	TB=0.17
	TC=0.52
	TD=3.03
stato limite SLD	
	TB=0.14
	TC=0.43
	TD=2.12

11. DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

Ai fini del progetto degli elementi strutturali sono stati costruiti due modelli agli elementi finiti nel programma di calcolo IperspaceMax, versione 8:

- **Modello 1** agli elementi finiti per la verifica dello stato limite di collasso (SLC);
- **Modello 2** agli elementi finiti per la verifica degli stati limite Ultimi SLU (salvaguardia della vita SLV in condizioni sismiche ed SLU in condizioni statiche) e degli stati limite di esercizio SLE (danno (SLD) ed operatività (SLO) in condizioni sismiche ed SLE in condizioni statiche).

In particolare, il Modello 1 è stato utilizzato per condurre la verifica dei dispositivi di isolamento nelle condizioni SLC e, pertanto, non riporta i dettagli degli elementi strutturali non isolati, quali le scale in quanto giuntate a tutta altezza e svincolate dagli impalcati in elevazione.

Il Modello 2, invece, riguardando tutte le verifiche previste nelle condizioni SLV, SLD e SLO descrive nel dettaglio tutti gli elementi strutturali.

I modelli di calcolo assunti sono del tipo spaziale, fondamentalmente definiti dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo Shell a comportamento sia flessionale che membranale, l'elemento finito Shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidità rotazionale in direzione ortogonale al piano della Shell.

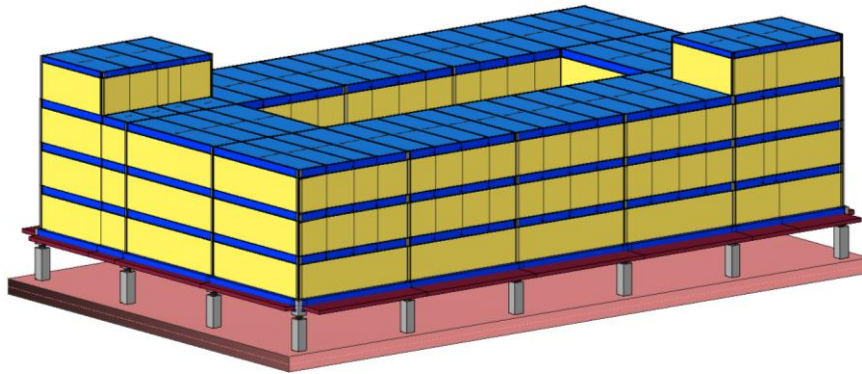
L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. I modelli sono stati analizzati sia per le combinazioni di carichi verticali e sismici, ivi inclusa la componente sismica verticale.

Nei modelli sono stati considerati tutti gli impalcati come rigidi, modellandoli con vincoli matematici. Naturalmente, tali vincoli non sono applicati alle scale che, come detto, non risultano isolate ma vincolate rigidamente alla platea di fondazione.

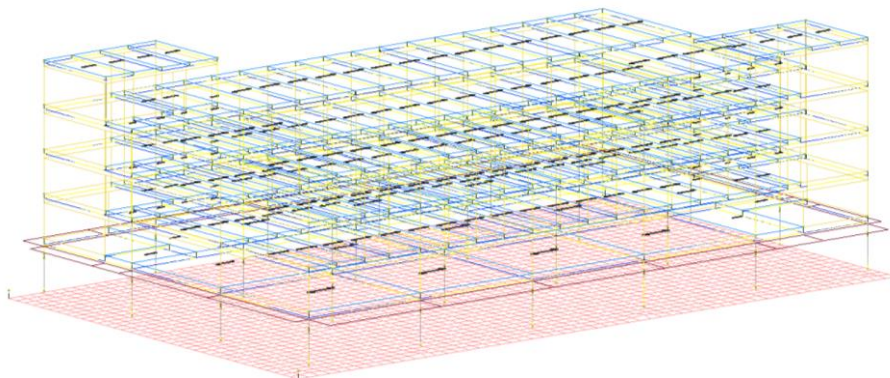
Il carico sulle travi dovuto alle tamponature ed ai solai è stato portato in conto modellando le tamponature ed i solai con una schematizzazioni equivalenti.

La modellazione comprende il piano di fondazione. In particolare, come descritto nella Relazione geotecnica e sulle Fondazioni, la platea è stata descritta da un modello *thin plate&shell* di peso e modulo di inerzia equivalente per consentire di rappresentare l'effettiva rigidità della fondazione nell'interazione suolo-struttura.

Di seguito si riportano la descrizione grafica del modello numerico adottato, rimandando ai tabulati grafici per i dettagli agli SLC.

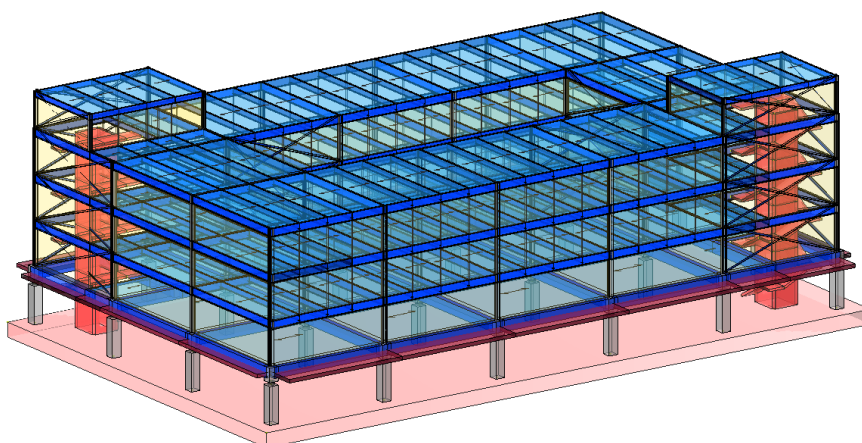


Vista del Modello Estruso 3D

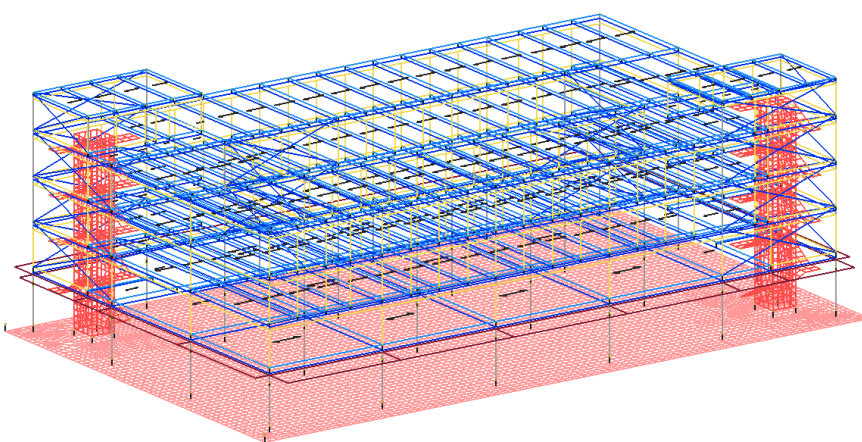


Vista del Modello FEM 3D

Di seguito, è riportata il modello numerico utilizzato per SLV e SLE (SLD e SLO).



Vista del Modello Estruso 3D



Vista del Modello FEM 3D

Per i dettagli dei modelli FEM si rimanda ai tabulati di calcolo, dove sono descritti, per ogni piano, le numerazioni delle aste e dei nodi.

12. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Il calcolo strutturale è stato eseguito con il programma di calcolo IperspaceMax, software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows, prodotto dalla Soft.Lab. Il programma di calcolo IperspaceMax è intestato al prof. Ing. Luigi Petti.

Di seguito si riportano le specifiche del programma utilizzato:

Autori:	Dott. Ing. Dario PICA Prof. Ing. Paolo BISEGNA Dott. Ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	SOFT.LAB srl Via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: http://www.soft.lab.it e.mail: info@soft.lab.it
Sigla:	IperSpaceMax
Codice Chiave	Concesso in licenza a PETTI LUIGI codice utente C05368

12.1. Affidabilità e validazione del codice utilizzato

La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione disponibile, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati numerici allegati.

12.2. Modalità di presentazione dei risultati

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

I principali risultati ottenuti sono descritti di seguito in relazione e puntualmente negli allegati di calcolo.

13. MODELLAZIONE DEL PIANO DI ISOLAMENTO

L'analisi della risposta dell'edificio in condizioni statiche e sismiche è stata eseguita per mezzo di analisi dinamiche modali con spettro di risposta assegnato. La sovrastruttura e la sottostruttura sono state modellate come sistemi a comportamento elastico lineare, mentre il sistema di isolamento, in relazione alle sue caratteristiche meccaniche, con un legame costitutivo visco-elastico lineare.

In particolare, ai fini della descrizione del comportamento degli isolatori, è stata adottata una rigidità equivalente riferita allo spostamento totale di progetto, per ogni stato limite esaminato, di ciascun dispositivo facente parte del sistema di isolamento. La rigidità totale equivalente del sistema (K_{esi}) di isolamento è pari alla somma delle rigidità equivalenti dei singoli dispositivi. L'energia dissipata dal sistema di isolamento è espressa in termini di coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del sistema (ξ_{esi}), valutato con riferimento all'energia dissipata dal sistema di isolamento, in cicli con frequenza nell'intervallo delle frequenze naturali dei modi considerati.

Pertanto, alle prime tre forme modali è stato assegnato lo smorzamento equivalente calcolato per il sistema di isolamento complessivo (17.4%), per i modi superiori lo smorzamento del 5% che compete alla sovrastruttura considerata a base fissa. Ai fini del calcolo dello smorzamento equivalente

del sistema di isolamento, tenuto conto che la rigidezza e/o lo spostamento equivalenti del sistema dipendono significativamente dallo spostamento di progetto per ogni stato limite indagato, è stata applicata una procedura iterativa di calcolo, interrotta allorché la differenza tra il valore assunto dallo spostamento di progetto e quello calcolato non sia risultato inferiore al 5%.

Il comportamento del sistema di isolamento è stato modellato pertanto come lineare equivalente, poiché sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- *la rigidezza equivalente del sistema d'isolamento è almeno pari al 50% della rigidezza secante per cicli con spostamento pari al 20% dello spostamento di riferimento;*
- *lo smorzamento lineare equivalente del sistema di isolamento, come definito in precedenza, è inferiore al 30%;*
- *le caratteristiche forza-spostamento del sistema d'isolamento non variano di più del 10% per effetto di variazioni della velocità di deformazione, in un campo del $\pm 30\%$ intorno al valore di progetto, e dell'azione verticale sui dispositivi, nel campo di variabilità di progetto;*
- *l'incremento della forza nel sistema d'isolamento per spostamenti tra $0,5d_{dc}$ e d_{dc} , essendo d_{dc} lo spostamento del centro di rigidezza dovuto all'azione sismica, è almeno pari al 2,5% del peso totale della sovrastruttura.*

Di seguito vengono riportate le relazioni utilizzate per il calcolo iterativo dello smorzamento e della rigidezza equivalente:

smorzamento viscoso equivalente

$$\xi_e = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d}{\mu \cdot R} + 1}$$

rigidezza equivalente

$$K_e = N_{sd} \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{d} \right)$$

periodo proprio equivalente (associato alla rigidezza equivalente)

$$T_e = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{d} \right)}}$$

In cui

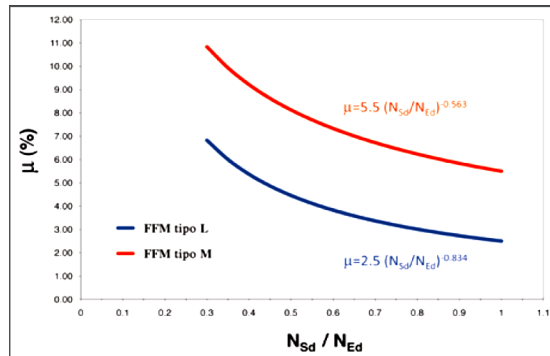
d = spostamento spettrale previsto per l'isolatore;

R = raggio di curvatura equivalente del dispositivo;

μ = coefficiente d'attrito, funzione del rapporto tra N_{Sd} (carico verticale agente sull'isolatore) ed N_{Ed} (carico verticale di progetto);

g = accelerazione di gravità.

Ai fini del calcolo dei parametri meccanici equivalenti è inoltre considerata la variazione della risposta attritiva dei dispositivi di isolamento secondo il grafico di seguito riportato.



Variazione del coefficiente di attrito

Le verifiche degli elementi strutturali sono state quindi condotte in accordo al metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare, le verifiche sono state condotte nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) e di servizio (SLE) rispetto ai carichi statici e nei confronti degli stati limite di danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV) rispetto alle azioni sismiche. Per quanto attiene, infine, alla verifica dei dispositivi di isolamento, è stato considerato lo stato limite di collasso (SLC)

Di seguito si riportano i principali risultati di calcolo delle analisi e delle verifiche condotte; si riportano nei paragrafi seguenti, inoltre, il progetto e le verifiche del sistema di isolamento, nonché le condizioni di verifica per quanto concerne la sovrastruttura, la sottostruttura.

13.1. Calcolo dei parametri di rigidezza e smorzamento equivalenti per gli isolatori

Ai fini del calcolo degli scarichi sui singoli isolatori per valutarne le caratteristiche di rigidezza e smorzamento equivalente è stata condotta l'analisi della risposta in condizioni statiche con la combinazione di carico sismico, adottando i seguenti coefficienti parziali di combinazione.

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Di seguito si riporta la disposizione degli isolatori in pianta.



Dalla suddetta combinazione di carichi risultano sugli isolatori, in considerazione della emisimmetria della pianta, i seguenti scarichi prima del serraggio degli elementi di controvento (nella seguente tabella sono evidenziati in arancione gli scarichi degli isolatori FIP-D L, mentre in verde degli isolatori FIP-D M).

pilastri	N SLC	N SLC
	kg	kN
1-24	107525	1055
2-23	224183	2199
3-22	221825	2176
7-18	204115	2002
8-17	353204	3465
9-16	320275	3142
13-12	235212	2307
14-11	354755	3480
15-10	324190	3180
19-6	126296	1239
20-5	228636	2243
21-4	224731	2205

Stato Limite di Collasso

In considerazione dei suddetti scarichi e della domanda sismica valutata per la combinazione di carico allo Stato Limite SLC, si ottengono, dalle relazioni illustrate, i seguenti valori di attrito e rigidità per ciascun dispositivo, nonché i valori pesati sulla base degli sforzi verticali (nella seguente tabella sono evidenziati in arancione gli scarichi degli isolatori FIP-D L, mentre in verde degli isolatori FIP-D M).

pilastri	N SLC	N SLC	μ	ξ_e isolatore	K_e	$Ned^*\xi_e$	$Ned^*\mu$	Ke^*d
	kg	kN	%	-	kN/m			KN
1-24	107525	1055	8,94%	0,273	499,41	288,33	94,30	219,74
2-23	224183	2199	5,91%	0,211	889,86	465,13	130,01	391,54
3-22	221825	2176	5,95%	0,212	882,25	462,07	129,41	388,19
7-18	204115	2002	6,23%	0,219	824,79	438,56	124,79	362,91
8-17	353204	3465	2,70%	0,118	1149,09	408,37	93,56	505,60
9-16	320275	3142	2,93%	0,126	1058,36	395,57	92,05	465,68
13-12	235212	2307	5,75%	0,208	925,37	479,24	132,77	407,16
14-11	354755	3480	2,69%	0,118	1153,36	408,94	93,62	507,48
15-10	324190	3180	2,90%	0,125	1069,16	397,16	92,23	470,43
19-6	126296	1239	8,17%	0,259	564,80	321,28	101,17	248,51
20-5	228636	2243	5,85%	0,210	904,22	470,86	131,13	397,86
21-4	224731	2205	5,90%	0,211	891,63	465,83	130,15	392,32

In tal modo è possibile ottenere, le caratteristiche complessive di smorzamento e rigidità, nonché la stima dello spostamento massimo atteso, come segue

Ke tot	21624,64	kN/m	μ_{eff}	0,023
ω	1,9226515	rad/sec	Sa	0,133
T	3,266	sec	Sd	0,4235
ξ_e sistema isolato	0,174	-		

I risultati illustrati, per la domanda sismica SLC, si riferiscono alla soluzione ottenuta a convergenza dalla procedura iterativa. Nel modello di calcolo è adottato, pertanto, lo smorzamento del 17,4% e le rigidità K_e equivalenti per ciascuno dei dispositivi.

A tal proposito si evidenzia una differenza dal confronto tra lo spostamento massimo stimato e quello calcolato dal modello numerico pari a:

$$\Delta_{diff} = (0.44704 - 0.4235) / 0.44704 = 0.0526 = 5.26\%$$

Le analisi dinamiche condotte per tale modello confermano, quindi, nell'ambito di un errore accettabile, gli spostamenti ed il periodo principale di vibrazione.

Stato Limite di Salvaguardia della Vita e di controllo del Danno

In considerazione degli scarichi già valutati sui singoli isolatori e della domanda sismica calcolata per la combinazione di carico allo Stato Limite SLV, si ottengono, dalle relazioni illustrate,

i seguenti valori di attrito e rigidità per ciascun dispositivo, nonché i valori pesati sulla base degli sforzi verticali (nella seguente tabella sono evidenziati in arancione gli scarichi degli isolatori FIP-D L, mentre in verde degli isolatori FIP-D M).

pilastri	N SLV	N SLV	μ	ξ_e isolatore	Ke	Ned* ξ_e	Ned* μ	Ke*d
	kg	kN						
1-24	107525	1055	8,94%	0,397	756,61	418,71	94,30	151,32
2-23	224183	2199	5,91%	0,333	1244,44	731,72	130,01	248,89
3-22	221825	2176	5,95%	0,334	1235,19	726,08	129,41	247,04
7-18	204115	2002	6,23%	0,341	1165,13	683,00	124,79	233,03
8-17	353204	3465	2,70%	0,212	1404,24	735,18	93,56	280,85
9-16	320275	3142	2,93%	0,224	1309,40	703,40	92,05	261,88
13-12	235212	2307	5,75%	0,328	1287,46	757,80	132,77	257,49
14-11	354755	3480	2,69%	0,212	1408,70	736,61	93,62	281,74
15-10	324190	3180	2,90%	0,222	1320,71	707,33	92,23	264,14
19-6	126296	1239	8,17%	0,383	840,73	474,84	101,17	168,15
20-5	228636	2243	5,85%	0,331	1261,85	742,31	131,13	252,37
21-4	224731	2205	5,90%	0,332	1246,58	733,03	130,15	249,32

In tal modo è possibile ottenere, le caratteristiche complessive di smorzamento e rigidità, nonché la stima dello spostamento massimo atteso, come segue

Ke tot	14481,03	kN/m	μ_{eff}	0,047
ω	2,2250558	rad/sec	Sa	0,092
T	2,822	sec	Sd	0,1823
ξ_e sistema isolato	0,284	%		

I risultati illustrati, per la domanda sismica SLV, si riferiscono alla soluzione ottenuta a convergenza della procedura iterativa. Nel modello di calcolo è adottato, pertanto, lo smorzamento del 28,4% e le rigidità K_e equivalenti per ciascuno dei dispositivi.

Anche per tale caso, si evidenzia una differenza dal confronto tra lo spostamento massimo stimato e quello calcolato dal modello numerico pari a:

$$\Delta_{diff} = (0.1954 - 0.1823) / 0.1954 = 0.0670 = 6.70\%$$

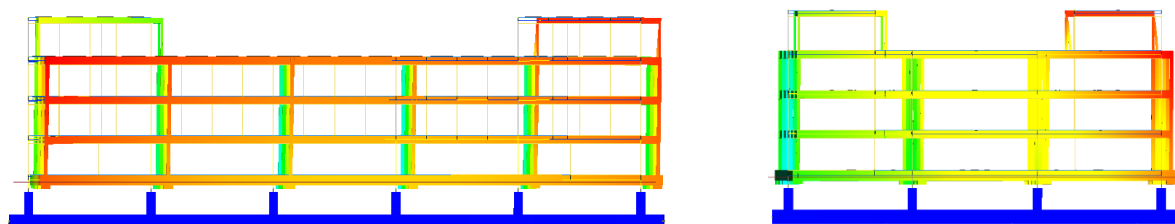
Le analisi dinamiche condotte per tale modello confermano, nell'ambito di un errore accettabile, gli spostamenti ed il periodo principale di vibrazione. Il suddetto modello è utilizzato, inoltre, a vantaggio di sicurezza per le verifiche allo Stato Limite SLD.

14. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE CONDOTTA E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI

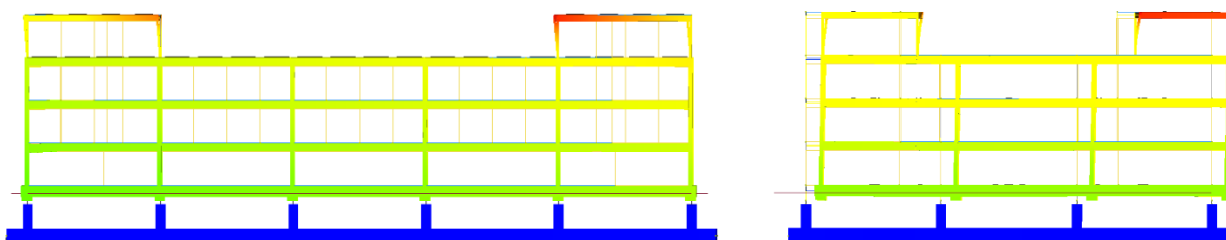
Ai fini di un controllo dei risultati ottenuti dai modelli di calcolo sono stati comparati, come già detto, innanzitutto i periodi di vibrazione della struttura calcolati con il modello FEM con quelli ricavati dalla procedura iterativa per il calcolo delle caratteristiche equivalenti di rigidità e smorzamento del sistema di isolamento.

Stato Limite di Collasso

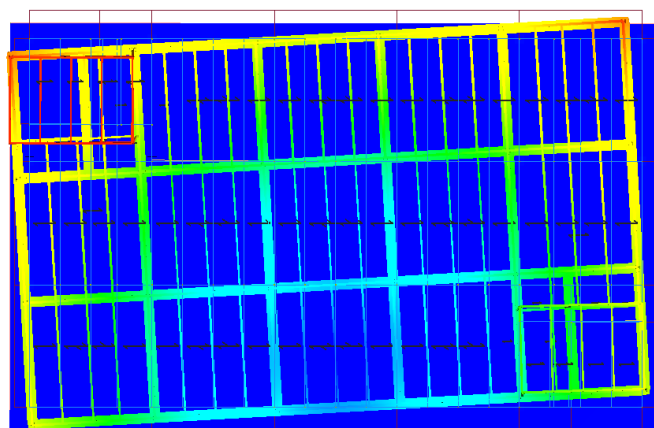
Di seguito si riportano le principali deformate modali ottenute dal modello numerico allo Stato Limite di Collasso (SLC).



Prima Forma Modale



Seconda Forma Modale



Terza Forma Modale

Nelle tabelle seguenti sono riportate, per le quattro differenti posizioni della massa per le eccentricità di calcolo previste, i primi 3 periodi di vibrazione della struttura e la percentuale di massa eccitata per il *Modello 1*.

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =7, filtrate=6

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
				kgm*g			
1(1)	3.4908	688.430	-95.572	4647718	89574	79.46	1.53
2(2)	3.4489	-83.020	-763.207	67591	5712232	1.16	97.66
3(3)	3.1697	335.242	8.067	1102140	638	18.84	0.01
4(4)	1.3350	-17.484	-30.585	2998	9174	0.05	0.16
5(6)	1.0379	34.707	-54.353	11813	28971	0.20	0.50
6(7)	0.9233	40.766	26.462	16297	6867	0.28	0.12
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				5848557	5847456		
Masse strutturali libere [kgm*g]				5848927	5848927		
Percentuale				99.99	99.97	99.99	99.97

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =7, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
				kgm*g			
1(1)	3.5856	-24.870	673.618	6066	4449880	0.10	76.08
2(2)	3.4217	-769.779	-18.931	5811029	3515	99.35	0.06
3(3)	3.0924	6.617	370.866	429	1348822	0.01	23.06
4(6)	1.0414	33.423	-54.910	10955	29569	0.19	0.51
5(7)	0.9232	41.993	24.454	17293	5864	0.30	0.10
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				5845772	5837650		
Masse strutturali libere [kgm*g]				5848927	5848927		
Percentuale				99.95	99.81	99.95	99.81

Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =7, filtrate=6

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
				kgm*g			
1(1)	3.4919	687.815	-95.373	4639429	89201	79.32	1.53
2(2)	3.4489	-83.057	-763.239	67651	5712711	1.16	97.67
3(3)	3.1683	336.491	7.364	1110368	532	18.98	0.01
4(4)	1.3349	-17.482	-30.664	2997	9221	0.05	0.16
5(6)	1.0379	34.707	-54.353	11813	28971	0.20	0.50
6(7)	0.9234	40.766	26.463	16298	6867	0.28	0.12
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				5848555	5847503		
Masse strutturali libere [kgm*g]				5848927	5848927		
Percentuale				99.99	99.98	99.99	99.98

Posizione masse 4

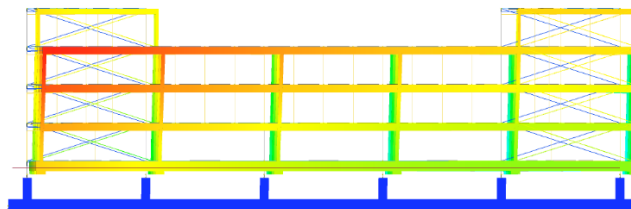
Numero di Frequenze calcolate =7, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
1(1)	3.5853	-21.205	673.833	4410	4452717	0.08	76.13
2(2)	3.4218	-769.862	-14.471	5812277	2054	99.37	0.04
3(3)	3.0926	9.232	370.676	836	1347440	0.01	23.04
4(6)	1.0414	33.425	-54.911	10956	29569	0.19	0.51
5(7)	0.9232	41.993	24.456	17293	5865	0.30	0.10
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				5845771	5837645		
Masse strutturali libere [kgm*g]				5848927	5848927		
Percentuale				99.95	99.81	99.95	99.81

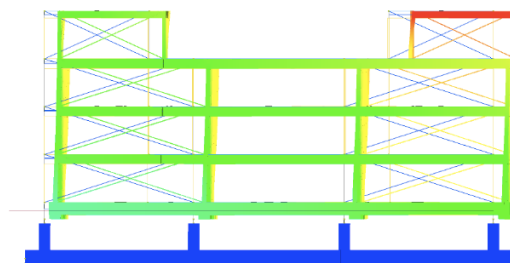
Il confronto tra il periodo fondamentale di vibrazione stimato (3.266s) e quelli calcolati dal modello numerico (3.49sec) evidenzia una sostanziale coincidenza, risultando un errore massimo pari al 6,41%. Pertanto, i modelli lineari equivalenti adottati possono essere ritenuti idonei e rappresentativi a descrivere l'interfaccia adottata di isolamento.

Stato Limite di Salvaguardia della Vita e di controllo del Danno

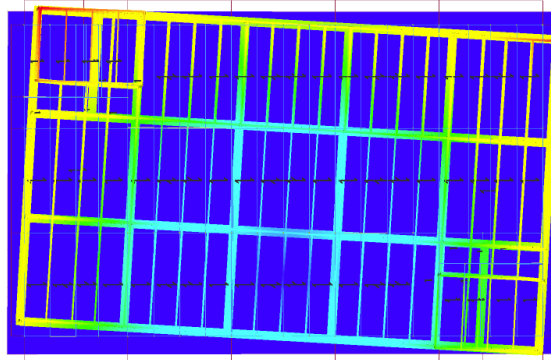
Di seguito si riportano le principali deformate modali ottenute dal modello numerico allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).



Prima Forma Modale



Seconda Forma Modale



Terza Forma Modale

Nelle tabelle seguenti sono riportate, per le quattro differenti posizioni della massa per le eccentricità di calcolo previste, i primi 3 periodi di vibrazione della struttura e la percentuale di massa eccitata per il *modello 2*.

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =20, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
1(1)	3.0741	724.169	-82.011	5142810	65958	75.72	0.97
2(2)	3.0442	-74.984	-785.023	55138	6043457	0.81	88.98
3(3)	2.7707	-306.507	-1.909	921300	36	13.56	0.00
4(6)	0.7699	21.833	-41.853	4675	17178	0.07	0.25
5(7)	0.6882	-31.880	-17.817	9967	3113	0.15	0.05
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				6133890	6129742		
Masse strutturali libere [kgm*g]				6792070	6792070		
Percentuale				90.31	90.25	90.31	90.25

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =20, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
1(1)	3.1531	-19.445	704.836	3708	4871881	0.05	71.73
2(2)	3.0219	-789.763	-16.685	6116662	2730	90.06	0.04
3(3)	2.7064	-1.655	-355.001	27	1235890	0.00	18.20
4(6)	0.7747	20.451	-42.013	4101	17310	0.06	0.25
5(7)	0.6871	-33.116	-15.430	10755	2335	0.16	0.03
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				6135253	6130145		
Masse strutturali libere [kgm*g]				6792070	6792070		
Percentuale				90.33	90.25	90.33	90.25

Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =20, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
1(1)	3.0737	723.365	-79.330	5131392	61715	75.55	0.91
2(2)	3.0428	-72.411	-784.876	51420	6041192	0.76	88.94
3(3)	2.7681	-307.940	-1.978	929937	38	13.69	0.00
4(6)	0.7696	21.841	-41.876	4678	17197	0.07	0.25
5(7)	0.6880	31.896	17.841	9977	3122	0.15	0.05
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				6127404	6123264		
Masse strutturali libere [kgm*g]				6792070	6792070		
Percentuale				90.21	90.15	90.21	90.15

Posizione masse 4

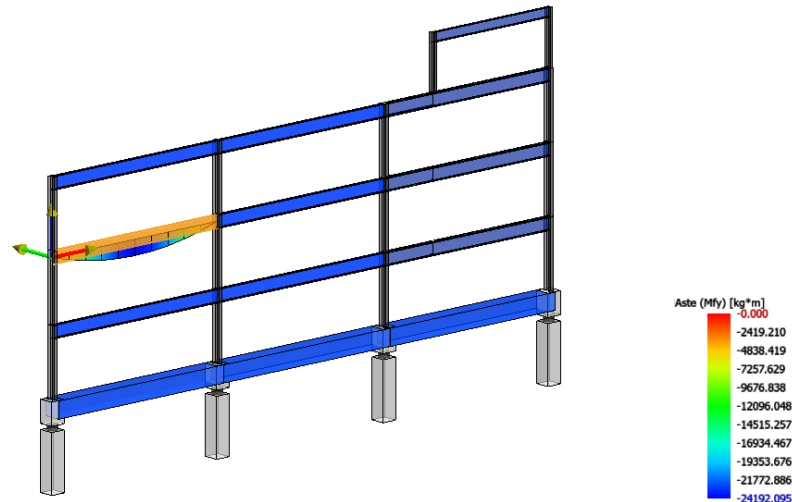
Numero di Frequenze calcolate =20, filtrate=5

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
1(1)	3.1513	-15.499	704.435	2356	4866340	0.03	71.65
2(2)	3.0200	-789.276	-12.021	6109116	1417	89.94	0.02
3(3)	2.7043	-4.199	-354.727	173	1233985	0.00	18.17
4(6)	0.7741	20.453	-42.049	4103	17339	0.06	0.26
5(7)	0.6867	-33.136	-15.464	10768	2345	0.16	0.03
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				6126515	6121427		
Masse strutturali libere [kgm*g]				6792070	6792070		
Percentuale				90.20	90.13	90.20	90.13

Il confronto tra il periodo fondamentale di vibrazione stimato dalla procedura iterativa (3.282s) e quelli calcolati dal modello numerico FEM (3.07sec) evidenzia una sostanziale coincidenza, con un errore massimo pari al 6,46%. Pertanto, i modelli lineari equivalenti adottati possono essere ritenuti idonei e rappresentativi a descrivere l'interfaccia adottata di isolamento.

Al fine di un ulteriore controllo dei risultati ottenuti, sono stati confrontati i valori massimi di sollecitazione (momenti flettenti) calcolati con il modello numerico FEM e stimato dall'analisi dei carichi con le procedure della Scienza delle Costruzioni.

Di seguito si riporta, a titolo di esempio, il confronto tra i momenti massimi calcolati per la trave IPE 450-675 posta al terzo tra le pilastrate 5 ed 11.



Telaio 5 – Stralcio momenti flettenti sul telaio 5 e dettaglio trave tra le pilastrate 5 ed 11

Dal modello FEM risulta un Momento Flettente massimo della trave per la combinazione “carichi sismici” ($G1 + G2 + \psi Q$) pari a:

$$M_{\max} = 24192 \text{ kgm}$$

La suddetta trave presenta una lunghezza di 10.9mt e supporta un solaio per una larghezza di influenza pari a

$$L_{\text{larg}} = (2.7 + 2.6) / 2 = 2.65 \text{ mt}$$

Pertanto, considerati i carichi agenti pari a

Peso Proprio G1	214 kg/m ²
Peso Solaio G2	370 kg/m ²
Carico variabile Qk	200 kg/m ²

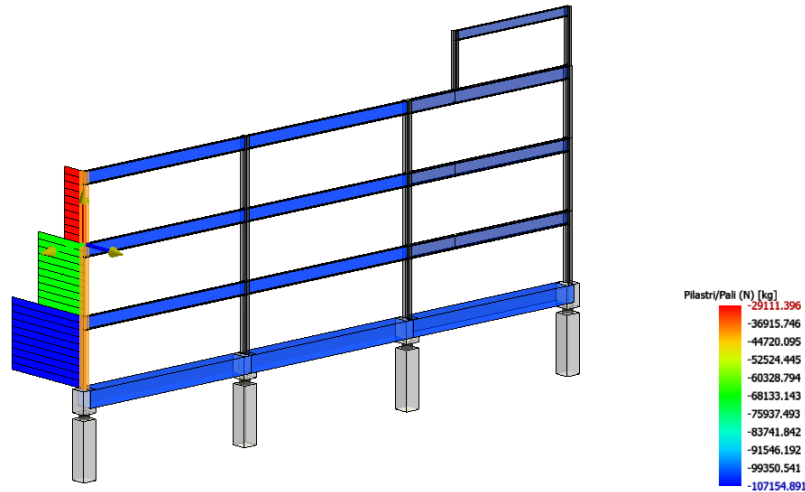
Si ottiene un valore massimo del momento, nelle condizioni di trave appoggiata-appoggiata pari:

$$M_{\max} = Q_{\text{tot}} \times L_{\text{larg}} \times L^2 / 8 = 644 \times 2.65 \times 10.9^2 / 8 = 25345 \text{ kgm}$$

$$\Delta_{\text{diff}} = (25345 - 24192) / 25345 = 0.045 = 4.5\%$$

In definitiva, anche tali verifiche risultano soddisfatte.

Infine, si riporta a titolo di esempio, anche la verifica del N_{\max} alla base della colonna 5.



Telaio 5 – Stralcio sforzo normale pilastrata 5

Dal modello FEM risulta uno sforzo normale alla base della colonna 5 per la combinazione “carichi sismici” (G1 + G2 + ψQ) pari a:

$$N_{\max} = 107154 \text{ kg}$$

La suddetta pilastrata presenta una lunghezza totale pari a di 11.055mt e supporta un solaio per una superficie di influenza pari a

$$S_{\text{inf}} = 10.9 \times (10.47 + 10.87) / 4 = 58.15 \text{ mt}$$

Pertanto, considerati i carichi agenti, che per il solaio tipo è pari a

Peso Proprio G1	214 kg/m ²
Peso Solaio G2	370 kg/m ²
Carico variabile Qk	200 kg/m ²

mentre per il solaio copertura vale

Peso Proprio G1	214 kg/m ²
Peso Solaio G2	290 kg/m ²
Carico variabile Qk	50 kg/m ²

Infine, sulle travi di bordo confluenti la pilastrata considerata è presente la tompagnatura di bordo che ha il seguente peso:

Peso Proprio G1	120 kg/m ²
-----------------	-----------------------

Si ottiene un valore massimo dello sforzo normale, che è pari a:

$$N_{\max} = Q_{\text{tot cop}} \times A_{\text{inf}} + 2 \times Q_{\text{tot tipo}} \times A_{\text{inf}} + P_{\text{pilastrato}} \times H_{\text{tot}} + P_{\text{tomp}} \times L_{\text{tot}} \times H_{\text{tot}} = 554 \times 58.15 + 2 \times 644 \times 58.15 + 105 \times 11.055 + 2 \times 120 \times 10.46 \times 3.01 = 115804.28 \text{ kgm}$$

$$\Delta_{diff} = (115804.28 - 107154) / 115804.28 = 0.075 = 7.5\%$$

In definitiva, anche tali verifiche risultano soddisfatte.

15. VERIFICA DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO E DIMENSIONAMENTO DEL GIUNTO SISMICO IN CONDIZIONI SLC

La verifica del sistema di isolamento, come detto, va condotta rispetto allo SLC verificando che i dispositivi che compongono il sistema di isolamento siano in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti d_2 , valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC, in accordo a quanto prescritto in 7.10.6.2.2., NTC2018.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti in termini di deformazione per ciascun dispositivo nelle differenti configurazioni del centro di massa.

Isol.	N1	N2	Comb.	DTX	DTY	DRX	DRY	DTO
				mm	mm	mrad	mrad	mm
1	146	122	1	-1.22	0.80	1.24	1.86	1.46
1	146	122	2-I-1	-372.19	177.75	0.83	0.63	412.46
1	146	122	2-II-1	369.76	-176.14	1.66	3.09	409.57
1	146	122	2-I-2	-345.30	-11.59	1.71	0.57	345.50
1	146	122	2-II-2	342.87	13.19	0.78	3.15	343.13
1	146	122	2-I-3	-289.55	186.68	0.80	0.69	344.51
1	146	122	2-II-3	287.12	-185.07	1.69	3.03	341.60
1	146	122	2-I-4	-341.41	-7.04	1.66	0.58	341.48
1	146	122	2-II-4	338.98	8.64	0.83	3.13	339.09
1	146	122	3-I-1	-11.95	-340.07	2.60	1.31	340.28
1	146	122	3-II-1	9.51	341.67	-0.11	2.41	341.80
1	146	122	3-I-2	-139.12	-443.16	2.49	1.38	464.48
1	146	122	3-II-2	136.69	444.77	-0.00	2.33	465.30
1	146	122	3-I-3	6.62	-336.00	2.60	1.33	336.07
1	146	122	3-II-3	-9.05	337.61	-0.11	2.39	337.73
1	146	122	3-I-4	143.98	-284.51	2.40	1.31	318.87
1	146	122	3-II-4	-146.41	286.12	0.09	2.41	321.40
1	146	122	4-I-1	-372.18	177.74	0.81	0.61	412.44
1	146	122	4-II-1	369.78	-176.16	1.64	3.06	409.60
1	146	122	4-I-2	-345.29	-11.60	1.69	0.55	345.48
1	146	122	4-II-2	342.89	13.18	0.77	3.13	343.14
1	146	122	4-I-3	-289.53	186.66	0.79	0.67	344.49
1	146	122	4-II-3	287.14	-185.08	1.67	3.00	341.62
1	146	122	4-I-4	-341.39	-7.05	1.64	0.56	341.46
1	146	122	4-II-4	339.00	8.63	0.82	3.11	339.11
1	146	122	5-I-1	-11.93	-340.08	2.59	1.28	340.29
1	146	122	5-II-1	9.53	341.66	-0.13	2.39	341.79
1	146	122	5-I-2	-139.10	-443.17	2.48	1.36	464.49
1	146	122	5-II-2	136.70	444.75	-0.02	2.31	465.29
1	146	122	5-I-3	6.64	-336.02	2.59	1.30	336.08
1	146	122	5-II-3	-9.03	337.60	-0.13	2.37	337.72
1	146	122	5-I-4	144.00	-284.53	2.38	1.29	318.89
1	146	122	5-II-4	-146.39	286.10	0.08	2.39	321.38

2	145	121	1	0.39	2.36	2.27	-0.35	2.39
2	145	121	2-I-1	-370.19	106.17	2.55	0.68	385.11
2	145	121	2-II-1	370.96	-101.44	1.98	-1.37	384.58
2	145	121	2-I-2	-343.50	-7.60	2.58	0.55	343.58
2	145	121	2-II-2	344.27	12.33	1.95	-1.24	344.49
2	145	121	2-I-3	-287.79	115.31	2.66	0.41	310.03
2	145	121	2-II-3	288.56	-110.59	1.88	-1.10	309.02
2	145	121	2-I-4	-339.61	-4.69	2.58	0.53	339.64
2	145	121	2-II-4	340.38	9.42	1.96	-1.23	340.51
2	145	121	3-I-1	-10.04	-336.89	1.76	-0.05	337.04
2	145	121	3-II-1	10.81	341.62	2.77	-0.64	341.79
2	145	121	3-I-2	-136.91	-368.88	1.70	0.27	393.47
2	145	121	3-II-2	137.69	373.61	2.84	-0.96	398.17
2	145	121	3-I-3	7.97	-334.46	1.77	-0.06	334.56
2	145	121	3-II-3	-7.20	339.19	2.77	-0.64	339.27
2	145	121	3-I-4	145.22	-260.27	1.88	0.12	298.04
2	145	121	3-II-4	-144.45	264.99	2.66	-0.81	301.81
2	145	121	4-I-1	-370.19	106.13	2.52	0.68	385.10
2	145	121	4-II-1	370.96	-101.48	1.95	-1.37	384.59
2	145	121	4-I-2	-343.50	-7.64	2.55	0.55	343.58
2	145	121	4-II-2	344.27	12.29	1.92	-1.24	344.49
2	145	121	4-I-3	-287.79	115.28	2.62	0.41	310.02
2	145	121	4-II-3	288.56	-110.62	1.85	-1.10	309.04
2	145	121	4-I-4	-339.61	-4.73	2.55	0.54	339.64
2	145	121	4-II-4	340.38	9.38	1.92	-1.23	340.51
2	145	121	5-I-1	-10.04	-336.93	1.73	-0.05	337.08
2	145	121	5-II-1	10.81	341.58	2.74	-0.64	341.75
2	145	121	5-I-2	-136.91	-368.91	1.66	0.27	393.50
2	145	121	5-II-2	137.69	373.57	2.80	-0.96	398.13
2	145	121	5-I-3	7.97	-334.50	1.73	-0.06	334.60
2	145	121	5-II-3	-7.19	339.16	2.74	-0.63	339.23
2	145	121	5-I-4	145.22	-260.30	1.84	0.12	298.07
2	145	121	5-II-4	-144.45	264.96	2.62	-0.81	301.78
3	137	113	1	-0.01	2.97	2.83	0.07	2.97
3	137	113	2-I-1	-371.10	-29.74	2.91	1.40	372.29
3	137	113	2-II-1	371.08	35.68	2.76	-1.25	372.79
3	137	113	2-I-2	-344.46	11.34	2.76	1.31	344.65
3	137	113	2-II-2	344.44	-5.40	2.91	-1.17	344.49
3	137	113	2-I-3	-288.67	43.93	2.94	1.12	292.00
3	137	113	2-II-3	288.66	-38.00	2.72	-0.97	291.15
3	137	113	2-I-4	-340.57	9.87	2.91	1.30	340.72
3	137	113	2-II-4	340.56	-3.94	2.76	-1.16	340.58
3	137	113	3-I-1	-10.27	-335.65	2.26	0.02	335.81
3	137	113	3-II-1	10.25	341.59	3.40	0.12	341.74
3	137	113	3-I-2	-137.18	-309.35	2.30	0.53	338.40
3	137	113	3-II-2	137.16	315.28	3.36	-0.39	343.83
3	137	113	3-I-3	7.47	-334.84	2.26	0.03	334.92
3	137	113	3-II-3	-7.49	340.77	3.40	0.12	340.86
3	137	113	3-I-4	144.99	-270.17	2.37	-0.43	306.62
3	137	113	3-II-4	-145.01	276.11	3.29	0.58	311.87
3	137	113	4-I-1	-371.10	-29.78	2.87	1.40	372.30
3	137	113	4-II-1	371.08	35.63	2.71	-1.25	372.79
3	137	113	4-I-2	-344.46	11.29	2.72	1.31	344.65
3	137	113	4-II-2	344.44	-5.44	2.87	-1.17	344.49
3	137	113	4-I-3	-288.67	43.89	2.90	1.12	291.99

3	137	113	4-II-3	288.66	-38.04	2.68	-0.97	291.15
3	137	113	4-I-4	-340.57	9.83	2.86	1.30	340.72
3	137	113	4-II-4	340.56	-3.98	2.72	-1.16	340.58
3	137	113	5-I-1	-10.27	-335.69	2.22	0.02	335.85
3	137	113	5-II-1	10.25	341.54	3.36	0.12	341.70
3	137	113	5-I-2	-137.18	-309.39	2.26	0.53	338.44
3	137	113	5-II-2	137.16	315.24	3.32	-0.39	343.79
3	137	113	5-I-3	7.47	-334.88	2.22	0.03	334.97
3	137	113	5-II-3	-7.49	340.73	3.36	0.12	340.81
3	137	113	5-I-4	144.99	-270.22	2.33	-0.43	306.66
3	137	113	5-II-4	-145.01	276.07	3.25	0.57	311.83
4	136	112	1	0.03	3.04	2.92	0.01	3.04
4	136	112	2-I-1	-370.58	43.77	3.01	1.00	373.15
4	136	112	2-II-1	370.63	-37.70	2.82	-0.99	372.55
4	136	112	2-I-2	-343.93	10.10	2.95	0.91	344.08
4	136	112	2-II-2	343.99	-4.03	2.88	-0.90	344.01
4	136	112	2-I-3	-288.22	-30.08	3.00	0.76	289.78
4	136	112	2-II-3	288.27	36.15	2.84	-0.75	290.53
4	136	112	2-I-4	-340.05	10.73	2.96	0.90	340.21
4	136	112	2-II-4	340.10	-4.66	2.88	-0.89	340.13
4	136	112	3-I-1	-10.28	-334.73	2.32	0.07	334.89
4	136	112	3-II-1	10.34	340.80	3.51	-0.06	340.96
4	136	112	3-I-2	-137.06	-270.02	2.44	0.42	302.81
4	136	112	3-II-2	137.11	276.09	3.39	-0.41	308.26
4	136	112	3-I-3	7.57	-335.54	2.32	0.06	335.62
4	136	112	3-II-3	-7.51	341.61	3.51	-0.05	341.69
4	136	112	3-I-4	144.91	-309.36	2.36	-0.42	341.61
4	136	112	3-II-4	-144.85	315.43	3.48	0.43	347.10
4	136	112	4-I-1	-370.58	43.73	2.97	1.00	373.15
4	136	112	4-II-1	370.63	-37.75	2.78	-0.99	372.55
4	136	112	4-I-2	-343.93	10.05	2.91	0.91	344.08
4	136	112	4-II-2	343.99	-4.07	2.84	-0.90	344.01
4	136	112	4-I-3	-288.22	-30.12	2.95	0.76	289.79
4	136	112	4-II-3	288.27	36.10	2.79	-0.75	290.53
4	136	112	4-I-4	-340.05	10.68	2.91	0.90	340.21
4	136	112	4-II-4	340.10	-4.70	2.83	-0.89	340.14
4	136	112	5-I-1	-10.28	-334.78	2.28	0.07	334.93
4	136	112	5-II-1	10.34	340.76	3.47	-0.06	340.91
4	136	112	5-I-2	-137.06	-270.06	2.40	0.42	302.85
4	136	112	5-II-2	137.11	276.04	3.35	-0.41	308.22
4	136	112	5-I-3	7.57	-335.58	2.28	0.06	335.67
4	136	112	5-II-3	-7.51	341.56	3.47	-0.05	341.65
4	136	112	5-I-4	144.91	-309.40	2.31	-0.42	341.65
4	136	112	5-II-4	-144.85	315.38	3.43	0.43	347.06
5	135	111	1	0.11	3.07	2.95	0.01	3.07
5	135	111	2-I-1	-370.56	115.24	3.20	1.15	388.06
5	135	111	2-II-1	370.78	-109.10	2.70	-1.12	386.50
5	135	111	2-I-2	-343.92	9.36	2.99	1.06	344.05
5	135	111	2-II-2	344.15	-3.23	2.91	-1.03	344.16
5	135	111	2-I-3	-288.20	107.96	3.19	0.89	307.76
5	135	111	2-II-3	288.42	-101.83	2.72	-0.86	305.87
5	135	111	2-I-4	-340.04	-6.03	3.00	1.05	340.09
5	135	111	2-II-4	340.26	12.17	2.90	-1.02	340.48
5	135	111	3-I-1	-10.19	-333.81	2.35	0.06	333.96
5	135	111	3-II-1	10.41	339.94	3.55	-0.03	340.10

5	135	111	3-I-2	-136.97	-259.65	2.48	0.45	293.56
5	135	111	3-II-2	137.19	265.79	3.43	-0.42	299.11
5	135	111	3-I-3	7.64	-336.23	2.35	0.05	336.32
5	135	111	3-II-3	-7.41	342.37	3.55	-0.02	342.45
5	135	111	3-I-4	144.98	-368.40	2.25	-0.44	395.90
5	135	111	3-II-4	-144.76	374.53	3.65	0.47	401.53
5	135	111	4-I-1	-370.56	115.19	3.16	1.15	388.05
5	135	111	4-II-1	370.78	-109.15	2.66	-1.12	386.51
5	135	111	4-I-2	-343.93	9.32	2.95	1.06	344.05
5	135	111	4-II-2	344.14	-3.28	2.87	-1.03	344.16
5	135	111	4-I-3	-288.20	107.92	3.14	0.89	307.75
5	135	111	4-II-3	288.42	-101.87	2.67	-0.86	305.88
5	135	111	4-I-4	-340.04	-6.08	2.96	1.05	340.10
5	135	111	4-II-4	340.26	12.12	2.86	-1.02	340.48
5	135	111	5-I-1	-10.19	-333.85	2.31	0.06	334.01
5	135	111	5-II-1	10.41	339.90	3.50	-0.03	340.06
5	135	111	5-I-2	-136.97	-259.70	2.43	0.45	293.61
5	135	111	5-II-2	137.19	265.74	3.38	-0.42	299.06
5	135	111	5-I-3	7.63	-336.28	2.31	0.05	336.36
5	135	111	5-II-3	-7.42	342.32	3.51	-0.02	342.40
5	135	111	5-I-4	144.98	-368.44	2.21	-0.44	395.94
5	135	111	5-II-4	-144.76	374.49	3.61	0.47	401.49
6	134	110	1	1.38	2.50	2.41	-1.40	2.85
6	134	110	2-I-1	-370.16	187.31	2.64	-1.20	414.85
6	134	110	2-II-1	372.92	-182.31	2.19	-1.61	415.09
6	134	110	2-I-2	-343.40	-3.84	2.46	-1.25	343.42
6	134	110	2-II-2	346.16	8.84	2.37	-1.56	346.27
6	134	110	2-I-3	-287.55	180.51	2.18	-1.25	339.52
6	134	110	2-II-3	290.31	-175.51	2.65	-1.56	339.24
6	134	110	2-I-4	-339.51	-8.44	2.48	-1.25	339.61
6	134	110	2-II-4	342.26	13.44	2.35	-1.55	342.53
6	134	110	3-I-1	-8.98	-335.01	2.19	-1.48	335.13
6	134	110	3-II-1	11.73	340.01	2.64	-1.32	340.21
6	134	110	3-I-2	-136.12	-283.34	2.13	-1.24	314.34
6	134	110	3-II-2	138.88	288.34	2.70	-1.57	320.04
6	134	110	3-I-3	8.96	-339.07	2.19	-1.48	339.19
6	134	110	3-II-3	-6.20	344.07	2.64	-1.33	344.12
6	134	110	3-I-4	146.70	-442.04	2.00	-1.25	465.75
6	134	110	3-II-4	-143.95	447.04	2.83	-1.56	469.64
6	134	110	4-I-1	-370.17	187.27	2.61	-1.18	414.85
6	134	110	4-II-1	372.90	-182.35	2.15	-1.59	415.10
6	134	110	4-I-2	-343.42	-3.88	2.43	-1.23	343.44
6	134	110	4-II-2	346.14	8.80	2.33	-1.54	346.26
6	134	110	4-I-3	-287.57	180.48	2.14	-1.23	339.51
6	134	110	4-II-3	290.29	-175.55	2.62	-1.54	339.25
6	134	110	4-I-4	-339.52	-8.48	2.45	-1.24	339.63
6	134	110	4-II-4	342.25	13.41	2.32	-1.54	342.51
6	134	110	5-I-1	-8.99	-335.04	2.16	-1.47	335.16
6	134	110	5-II-1	11.72	339.97	2.61	-1.31	340.17
6	134	110	5-I-2	-136.14	-283.37	2.10	-1.22	314.38
6	134	110	5-II-2	138.86	288.30	2.66	-1.55	320.00
6	134	110	5-I-3	8.94	-339.11	2.15	-1.46	339.22
6	134	110	5-II-3	-6.22	344.04	2.61	-1.31	344.09
6	134	110	5-I-4	146.69	-442.08	1.97	-1.23	465.78
6	134	110	5-II-4	-143.96	447.00	2.79	-1.54	469.61

7	144	120	1	-1.87	0.48	0.30	1.86	1.93
7	144	120	2-I-1	-331.35	176.85	-0.32	2.12	375.59
7	144	120	2-II-1	327.62	-175.89	0.93	1.59	371.85
7	144	120	2-I-2	-344.02	-11.59	0.09	2.13	344.22
7	144	120	2-II-2	340.29	12.55	0.52	1.58	340.52
7	144	120	2-I-3	-302.31	186.05	-0.22	2.11	354.97
7	144	120	2-II-3	298.57	-185.09	0.82	1.60	351.29
7	144	120	2-I-4	-342.73	-7.30	0.11	2.12	342.81
7	144	120	2-II-4	338.99	8.26	0.50	1.59	339.09
7	144	120	3-I-1	7.21	-340.63	-0.59	1.53	340.71
7	144	120	3-II-1	-10.95	341.59	1.20	2.18	341.77
7	144	120	3-I-2	41.59	-443.22	-0.93	1.55	445.16
7	144	120	3-II-2	-45.33	444.18	1.54	2.16	446.48
7	144	120	3-I-3	6.33	-336.57	-0.58	1.54	336.63
7	144	120	3-II-3	-10.07	337.53	1.18	2.17	337.68
7	144	120	3-I-4	49.63	-284.75	-0.49	1.60	289.04
7	144	120	3-II-4	-53.37	285.71	1.09	2.11	290.65
7	144	120	4-I-1	-331.33	176.84	-0.33	2.10	375.57
7	144	120	4-II-1	327.64	-175.90	0.92	1.56	371.87
7	144	120	4-I-2	-344.00	-11.60	0.08	2.11	344.19
7	144	120	4-II-2	340.31	12.54	0.51	1.56	340.54
7	144	120	4-I-3	-302.28	186.04	-0.23	2.09	354.94
7	144	120	4-II-3	298.60	-185.10	0.81	1.57	351.31
7	144	120	4-I-4	-342.71	-7.31	0.10	2.10	342.78
7	144	120	4-II-4	339.02	8.24	0.49	1.57	339.12
7	144	120	5-I-1	7.24	-340.64	-0.60	1.51	340.72
7	144	120	5-II-1	-10.93	341.58	1.19	2.15	341.75
7	144	120	5-I-2	41.62	-443.23	-0.94	1.52	445.18
7	144	120	5-II-2	-45.30	444.17	1.53	2.14	446.47
7	144	120	5-I-3	6.35	-336.58	-0.58	1.51	336.64
7	144	120	5-II-3	-10.04	337.52	1.17	2.15	337.67
7	144	120	5-I-4	49.66	-284.76	-0.49	1.58	289.06
7	144	120	5-II-4	-53.34	285.70	1.08	2.09	290.63
8	143	119	1	0.41	0.02	-0.04	-0.41	0.41
8	143	119	2-I-1	-328.82	103.77	0.33	0.88	344.80
8	143	119	2-II-1	329.64	-103.72	-0.41	-1.70	345.58
8	143	119	2-I-2	-341.47	-9.93	0.15	0.95	341.62
8	143	119	2-II-2	342.30	9.98	-0.22	-1.77	342.44
8	143	119	2-I-3	-299.78	112.78	0.49	0.80	320.29
8	143	119	2-II-3	300.60	-112.73	-0.56	-1.62	321.05
8	143	119	2-I-4	-340.18	-6.94	0.16	0.95	340.25
8	143	119	2-II-4	341.00	6.99	-0.23	-1.76	341.07
8	143	119	3-I-1	9.42	-339.04	-1.41	-0.64	339.18
8	143	119	3-II-1	-8.60	339.09	1.33	-0.17	339.20
8	143	119	3-I-2	43.90	-370.95	-1.52	-0.60	373.54
8	143	119	3-II-2	-43.07	371.00	1.44	-0.22	373.49
8	143	119	3-I-3	8.54	-336.62	-1.40	-0.64	336.73
8	143	119	3-II-3	-7.71	336.67	1.32	-0.17	336.76
8	143	119	3-I-4	51.84	-262.46	-1.09	-0.69	267.53
8	143	119	3-II-4	-51.02	262.51	1.02	-0.12	267.42
8	143	119	4-I-1	-328.82	103.76	0.33	0.88	344.80
8	143	119	4-II-1	329.64	-103.73	-0.41	-1.70	345.58
8	143	119	4-I-2	-341.47	-9.93	0.15	0.96	341.62
8	143	119	4-II-2	342.30	9.97	-0.23	-1.77	342.44
8	143	119	4-I-3	-299.78	112.78	0.48	0.81	320.29

8	143	119	4-II-3	300.60	-112.74	-0.56	-1.62	321.05
8	143	119	4-I-4	-340.18	-6.95	0.16	0.95	340.25
8	143	119	4-II-4	341.00	6.99	-0.24	-1.76	341.07
8	143	119	5-I-1	9.42	-339.05	-1.41	-0.64	339.18
8	143	119	5-II-1	-8.60	339.09	1.33	-0.17	339.20
8	143	119	5-I-2	43.89	-370.96	-1.52	-0.59	373.55
8	143	119	5-II-2	-43.07	371.00	1.44	-0.22	373.49
8	143	119	5-I-3	8.53	-336.62	-1.40	-0.64	336.73
8	143	119	5-II-3	-7.71	336.66	1.32	-0.17	336.75
8	143	119	5-I-4	51.84	-262.46	-1.10	-0.69	267.53
8	143	119	5-II-4	-51.02	262.50	1.02	-0.12	267.41
9	133	109	1	0.08	-0.48	-0.43	-0.02	0.48
9	133	109	2-I-1	-329.48	-33.20	-0.55	1.14	331.15
9	133	109	2-II-1	329.65	32.25	-0.31	-1.18	331.22
9	133	109	2-I-2	-342.11	7.89	-0.39	1.17	342.20
9	133	109	2-II-2	342.28	-8.84	-0.47	-1.21	342.39
9	133	109	2-I-3	-300.36	40.46	-0.27	1.02	303.07
9	133	109	2-II-3	300.52	-41.41	-0.59	-1.07	303.36
9	133	109	2-I-4	-340.81	6.41	-0.39	1.17	340.87
9	133	109	2-II-4	340.98	-7.36	-0.47	-1.21	341.06
9	133	109	3-I-1	9.17	-339.10	-1.72	0.04	339.22
9	133	109	3-II-1	-9.01	338.15	0.86	-0.08	338.27
9	133	109	3-I-2	43.84	-312.79	-1.62	0.17	315.85
9	133	109	3-II-2	-43.68	311.84	0.76	-0.21	314.88
9	133	109	3-I-3	8.26	-338.29	-1.72	0.04	338.39
9	133	109	3-II-3	-8.10	337.34	0.85	-0.08	337.43
9	133	109	3-I-4	51.56	-273.62	-1.47	-0.21	278.44
9	133	109	3-II-4	-51.39	272.67	0.61	0.17	277.47
9	133	109	4-I-1	-329.49	-33.20	-0.54	1.14	331.16
9	133	109	4-II-1	329.65	32.26	-0.31	-1.18	331.22
9	133	109	4-I-2	-342.11	7.89	-0.39	1.18	342.20
9	133	109	4-II-2	342.27	-8.83	-0.46	-1.21	342.39
9	133	109	4-I-3	-300.36	40.46	-0.26	1.03	303.07
9	133	109	4-II-3	300.52	-41.40	-0.59	-1.06	303.36
9	133	109	4-I-4	-340.81	6.41	-0.39	1.17	340.88
9	133	109	4-II-4	340.98	-7.35	-0.46	-1.21	341.05
9	133	109	5-I-1	9.17	-339.09	-1.71	0.04	339.22
9	133	109	5-II-1	-9.01	338.15	0.86	-0.08	338.27
9	133	109	5-I-2	43.84	-312.79	-1.61	0.17	315.84
9	133	109	5-II-2	-43.68	311.84	0.76	-0.21	314.89
9	133	109	5-I-3	8.26	-338.28	-1.71	0.04	338.38
9	133	109	5-II-3	-8.10	337.34	0.86	-0.08	337.44
9	133	109	5-I-4	51.55	-273.62	-1.47	-0.21	278.43
9	133	109	5-II-4	-51.39	272.68	0.61	0.17	277.48
10	132	108	1	-0.13	-0.85	-0.72	0.09	0.86
10	132	108	2-I-1	-329.58	39.86	-0.56	1.21	331.99
10	132	108	2-II-1	329.32	-41.55	-0.88	-1.02	331.93
10	132	108	2-I-2	-342.21	6.19	-0.76	1.25	342.27
10	132	108	2-II-2	341.95	-7.89	-0.69	-1.06	342.04
10	132	108	2-I-3	-300.48	-33.94	-0.86	1.11	302.39
10	132	108	2-II-3	300.22	32.24	-0.58	-0.92	301.94
10	132	108	2-I-4	-340.92	6.82	-0.76	1.24	340.98
10	132	108	2-II-4	340.65	-8.52	-0.68	-1.06	340.76
10	132	108	3-I-1	8.96	-338.59	-2.02	0.15	338.71
10	132	108	3-II-1	-9.22	336.89	0.58	0.04	337.02

10	132	108	3-I-2	43.59	-273.88	-1.77	0.25	277.33
10	132	108	3-II-2	-43.85	272.19	0.33	-0.07	275.70
10	132	108	3-I-3	8.05	-339.40	-2.03	0.15	339.49
10	132	108	3-II-3	-8.31	337.70	0.59	0.04	337.81
10	132	108	3-I-4	51.32	-313.20	-1.93	-0.08	317.38
10	132	108	3-II-4	-51.58	311.51	0.49	0.27	315.75
10	132	108	4-I-1	-329.58	39.87	-0.56	1.21	331.98
10	132	108	4-II-1	329.33	-41.54	-0.87	-1.02	331.94
10	132	108	4-I-2	-342.21	6.20	-0.75	1.25	342.27
10	132	108	4-II-2	341.95	-7.88	-0.68	-1.06	342.05
10	132	108	4-I-3	-300.47	-33.93	-0.85	1.11	302.38
10	132	108	4-II-3	300.22	32.25	-0.58	-0.92	301.95
10	132	108	4-I-4	-340.91	6.83	-0.75	1.24	340.98
10	132	108	4-II-4	340.66	-8.51	-0.67	-1.06	340.76
10	132	108	5-I-1	8.96	-338.58	-2.02	0.15	338.70
10	132	108	5-II-1	-9.22	336.90	0.59	0.04	337.03
10	132	108	5-I-2	43.59	-273.87	-1.77	0.25	277.32
10	132	108	5-II-2	-43.85	272.20	0.34	-0.07	275.71
10	132	108	5-I-3	8.06	-339.39	-2.02	0.14	339.48
10	132	108	5-II-3	-8.31	337.71	0.59	0.04	337.81
10	132	108	5-I-4	51.32	-313.19	-1.92	-0.09	317.37
10	132	108	5-II-4	-51.57	311.52	0.49	0.27	315.76
11	131	107	1	0.08	-0.40	-0.32	0.02	0.41
11	131	107	2-I-1	-329.16	111.61	0.15	1.33	347.56
11	131	107	2-II-1	329.32	-112.41	-0.80	-1.30	347.97
11	131	107	2-I-2	-341.77	5.86	-0.36	1.38	341.82
11	131	107	2-II-2	341.93	-6.66	-0.29	-1.35	342.00
11	131	107	2-I-3	-300.06	104.35	0.14	1.21	317.69
11	131	107	2-II-3	300.22	-105.15	-0.79	-1.18	318.10
11	131	107	2-I-4	-340.48	-9.46	-0.37	1.38	340.61
11	131	107	2-II-4	340.64	8.66	-0.27	-1.34	340.75
11	131	107	3-I-1	9.14	-337.01	-1.77	-0.03	337.14
11	131	107	3-II-1	-8.98	336.21	1.12	0.07	336.33
11	131	107	3-I-2	43.76	-262.91	-1.45	-0.16	266.53
11	131	107	3-II-2	-43.60	262.11	0.81	0.19	265.71
11	131	107	3-I-3	8.24	-339.44	-1.78	-0.03	339.54
11	131	107	3-II-3	-8.08	338.63	1.14	0.07	338.73
11	131	107	3-I-4	51.51	-371.51	-1.92	-0.21	375.07
11	131	107	3-II-4	-51.35	370.71	1.28	0.24	374.25
11	131	107	4-I-1	-329.16	111.61	0.16	1.34	347.57
11	131	107	4-II-1	329.31	-112.41	-0.80	-1.30	347.97
11	131	107	4-I-2	-341.78	5.86	-0.35	1.38	341.83
11	131	107	4-II-2	341.93	-6.66	-0.29	-1.34	341.99
11	131	107	4-I-3	-300.07	104.35	0.14	1.22	317.69
11	131	107	4-II-3	300.22	-105.15	-0.78	-1.18	318.10
11	131	107	4-I-4	-340.48	-9.46	-0.37	1.38	340.61
11	131	107	4-II-4	340.63	8.66	-0.27	-1.34	340.74
11	131	107	5-I-1	9.14	-337.01	-1.77	-0.03	337.13
11	131	107	5-II-1	-8.99	336.21	1.13	0.07	336.33
11	131	107	5-I-2	43.75	-262.91	-1.45	-0.16	266.52
11	131	107	5-II-2	-43.60	262.11	0.81	0.20	265.71
11	131	107	5-I-3	8.24	-339.43	-1.78	-0.03	339.53
11	131	107	5-II-3	-8.08	338.64	1.14	0.07	338.73
11	131	107	5-I-4	51.51	-371.51	-1.92	-0.21	375.06
11	131	107	5-II-4	-51.36	370.71	1.28	0.25	374.25

12	130	106	1	1.05	-0.35	-0.25	-1.24	1.11
12	130	106	2-I-1	-328.32	183.95	0.45	-0.77	376.34
12	130	106	2-II-1	330.42	-184.64	-0.95	-1.71	378.51
12	130	106	2-I-2	-340.91	-6.59	-0.30	-0.78	340.97
12	130	106	2-II-2	343.02	5.90	-0.20	-1.70	343.07
12	130	106	2-I-3	-299.17	177.14	0.41	-0.84	347.68
12	130	106	2-II-3	301.28	-177.83	-0.90	-1.64	349.84
12	130	106	2-I-4	-339.61	-11.17	-0.18	-0.78	339.79
12	130	106	2-II-4	341.72	10.48	-0.31	-1.70	341.88
12	130	106	3-I-1	10.15	-337.42	-1.69	-1.16	337.58
12	130	106	3-II-1	-8.04	336.73	1.19	-1.32	336.83
12	130	106	3-I-2	44.81	-285.68	-1.42	-1.36	289.17
12	130	106	3-II-2	-42.70	284.98	0.93	-1.12	288.16
12	130	106	3-I-3	9.25	-341.48	-1.70	-1.15	341.60
12	130	106	3-II-3	-7.15	340.79	1.21	-1.33	340.86
12	130	106	3-I-4	52.61	-444.02	-2.04	-1.40	447.13
12	130	106	3-II-4	-50.50	443.33	1.55	-1.08	446.20
12	130	106	4-I-1	-328.33	183.95	0.45	-0.75	376.35
12	130	106	4-II-1	330.41	-184.64	-0.95	-1.69	378.50
12	130	106	4-I-2	-340.92	-6.59	-0.30	-0.76	340.98
12	130	106	4-II-2	343.00	5.90	-0.19	-1.69	343.05
12	130	106	4-I-3	-299.18	177.14	0.41	-0.82	347.69
12	130	106	4-II-3	301.26	-177.83	-0.90	-1.63	349.83
12	130	106	4-I-4	-339.62	-11.17	-0.18	-0.76	339.81
12	130	106	4-II-4	341.70	10.48	-0.31	-1.69	341.86
12	130	106	5-I-1	10.14	-337.42	-1.69	-1.14	337.57
12	130	106	5-II-1	-8.06	336.73	1.20	-1.31	336.83
12	130	106	5-I-2	44.80	-285.67	-1.42	-1.35	289.16
12	130	106	5-II-2	-42.71	284.99	0.93	-1.10	288.17
12	130	106	5-I-3	9.24	-341.48	-1.70	-1.14	341.60
12	130	106	5-II-3	-7.16	340.79	1.21	-1.31	340.86
12	130	106	5-I-4	52.59	-444.02	-2.04	-1.38	447.12
12	130	106	5-II-4	-50.51	443.33	1.55	-1.07	446.20
13	129	105	1	-1.10	0.34	0.26	1.22	1.15
13	129	105	2-I-1	-301.84	176.45	0.91	1.62	349.64
13	129	105	2-II-1	299.64	-175.78	-0.39	0.82	347.39
13	129	105	2-I-2	-341.91	-11.55	0.32	1.68	342.11
13	129	105	2-II-2	339.70	12.22	0.19	0.76	339.92
13	129	105	2-I-3	-330.20	185.87	0.96	1.69	378.92
13	129	105	2-II-3	327.99	-185.19	-0.45	0.75	376.67
13	129	105	2-I-4	-343.22	-7.45	0.20	1.68	343.30
13	129	105	2-II-4	341.01	8.13	0.31	0.76	341.11
13	129	105	3-I-1	7.10	-340.95	-1.20	1.31	341.02
13	129	105	3-II-1	-9.30	341.62	1.71	1.14	341.75
13	129	105	3-I-2	50.44	-443.35	-1.54	1.06	446.21
13	129	105	3-II-2	-52.65	444.02	2.05	1.38	447.13
13	129	105	3-I-3	8.12	-336.90	-1.18	1.31	336.99
13	129	105	3-II-3	-10.33	337.57	1.70	1.14	337.73
13	129	105	3-I-4	-44.63	-284.93	-0.92	1.10	288.40
13	129	105	3-II-4	42.42	285.60	1.43	1.34	288.73
13	129	105	4-I-1	-301.83	176.45	0.90	1.61	349.62
13	129	105	4-II-1	299.65	-175.78	-0.40	0.80	347.40
13	129	105	4-I-2	-341.90	-11.55	0.32	1.67	342.10
13	129	105	4-II-2	339.72	12.22	0.19	0.75	339.94
13	129	105	4-I-3	-330.19	185.87	0.96	1.68	378.91

13	129	105	4-II-3	328.01	-185.20	-0.45	0.74	376.68
13	129	105	4-I-4	-343.20	-7.46	0.20	1.67	343.29
13	129	105	4-II-4	341.02	8.13	0.31	0.74	341.12
13	129	105	5-I-1	7.11	-340.95	-1.20	1.29	341.03
13	129	105	5-II-1	-9.29	341.62	1.71	1.12	341.75
13	129	105	5-I-2	50.45	-443.35	-1.54	1.05	446.21
13	129	105	5-II-2	-52.63	444.02	2.05	1.36	447.13
13	129	105	5-I-3	8.13	-336.90	-1.19	1.29	337.00
13	129	105	5-II-3	-10.31	337.57	1.69	1.12	337.73
13	129	105	5-I-4	-44.61	-284.93	-0.92	1.08	288.40
13	129	105	5-II-4	42.43	285.60	1.43	1.33	288.73
14	128	104	1	-0.06	0.33	0.32	-0.03	0.34
14	128	104	2-I-1	-300.72	104.23	0.77	1.17	318.27
14	128	104	2-II-1	300.59	-103.57	-0.14	-1.22	317.93
14	128	104	2-I-2	-340.76	-9.70	0.26	1.33	340.90
14	128	104	2-II-2	340.63	10.36	0.37	-1.39	340.79
14	128	104	2-I-3	-329.02	113.05	0.80	1.29	347.90
14	128	104	2-II-3	328.89	-112.39	-0.16	-1.34	347.57
14	128	104	2-I-4	-342.06	-6.59	0.28	1.34	342.13
14	128	104	2-II-4	341.93	7.25	0.35	-1.39	342.01
14	128	104	3-I-1	8.10	-338.80	-1.14	-0.07	338.90
14	128	104	3-II-1	-8.22	339.46	1.77	0.02	339.56
14	128	104	3-I-2	51.36	-370.75	-1.28	-0.25	374.29
14	128	104	3-II-2	-51.49	371.41	1.91	0.20	374.96
14	128	104	3-I-3	9.13	-336.38	-1.13	-0.08	336.50
14	128	104	3-II-3	-9.25	337.04	1.76	0.02	337.17
14	128	104	3-I-4	-43.51	-262.21	-0.81	-0.20	265.79
14	128	104	3-II-4	43.38	262.87	1.44	0.15	266.42
14	128	104	4-I-1	-300.72	104.23	0.77	1.17	318.27
14	128	104	4-II-1	300.60	-103.57	-0.14	-1.23	317.94
14	128	104	4-I-2	-340.75	-9.70	0.26	1.33	340.89
14	128	104	4-II-2	340.63	10.36	0.37	-1.39	340.79
14	128	104	4-I-3	-329.02	113.05	0.79	1.29	347.90
14	128	104	4-II-3	328.90	-112.39	-0.16	-1.35	347.57
14	128	104	4-I-4	-342.06	-6.59	0.28	1.33	342.12
14	128	104	4-II-4	341.94	7.25	0.35	-1.39	342.01
14	128	104	5-I-1	8.10	-338.80	-1.14	-0.08	338.90
14	128	104	5-II-1	-8.22	339.46	1.77	0.02	339.56
14	128	104	5-I-2	51.37	-370.75	-1.28	-0.25	374.29
14	128	104	5-II-2	-51.49	371.41	1.91	0.20	374.96
14	128	104	5-I-3	9.13	-336.38	-1.13	-0.08	336.50
14	128	104	5-II-3	-9.25	337.04	1.76	0.02	337.17
14	128	104	5-I-4	-43.51	-262.21	-0.81	-0.20	265.79
14	128	104	5-II-4	43.39	262.87	1.44	0.15	266.42
15	127	103	1	0.14	0.49	0.47	-0.10	0.51
15	127	103	2-I-1	-300.72	-32.26	0.34	0.92	302.44
15	127	103	2-II-1	300.99	33.24	0.61	-1.11	302.82
15	127	103	2-I-2	-340.78	8.87	0.43	1.06	340.90
15	127	103	2-II-2	341.06	-7.88	0.51	-1.25	341.15
15	127	103	2-I-3	-329.03	41.41	0.63	1.02	331.63
15	127	103	2-II-3	329.31	-40.42	0.32	-1.21	331.78
15	127	103	2-I-4	-342.08	7.38	0.44	1.06	342.16
15	127	103	2-II-4	342.36	-6.39	0.51	-1.25	342.42
15	127	103	3-I-1	8.32	-338.07	-0.82	-0.04	338.18
15	127	103	3-II-1	-8.04	339.06	1.77	-0.15	339.15

15	127	103	3-I-2	51.58	-311.77	-0.72	-0.28	316.01
15	127	103	3-II-2	-51.30	312.76	1.67	0.08	316.94
15	127	103	3-I-3	9.35	-337.26	-0.82	-0.04	337.39
15	127	103	3-II-3	-9.08	338.25	1.77	-0.15	338.37
15	127	103	3-I-4	-43.35	-272.61	-0.57	0.06	276.03
15	127	103	3-II-4	43.62	273.59	1.52	-0.26	277.05
15	127	103	4-I-1	-300.72	-32.26	0.33	0.92	302.44
15	127	103	4-II-1	300.99	33.24	0.60	-1.11	302.82
15	127	103	4-I-2	-340.78	8.86	0.43	1.06	340.90
15	127	103	4-II-2	341.05	-7.88	0.51	-1.25	341.14
15	127	103	4-I-3	-329.04	41.41	0.63	1.02	331.63
15	127	103	4-II-3	329.31	-40.43	0.31	-1.21	331.78
15	127	103	4-I-4	-342.09	7.38	0.44	1.06	342.17
15	127	103	4-II-4	342.36	-6.40	0.50	-1.25	342.42
15	127	103	5-I-1	8.32	-338.08	-0.83	-0.04	338.18
15	127	103	5-II-1	-8.05	339.05	1.77	-0.15	339.15
15	127	103	5-I-2	51.58	-311.78	-0.73	-0.27	316.02
15	127	103	5-II-2	-51.31	312.76	1.67	0.09	316.94
15	127	103	5-I-3	9.35	-337.27	-0.82	-0.04	337.40
15	127	103	5-II-3	-9.08	338.24	1.76	-0.15	338.37
15	127	103	5-I-4	-43.35	-272.61	-0.58	0.07	276.04
15	127	103	5-II-4	43.62	273.59	1.51	-0.25	277.04
16	138	114	1	-0.07	0.37	0.39	0.01	0.37
16	138	114	2-I-1	-301.02	41.09	0.55	1.06	303.81
16	138	114	2-II-1	300.89	-40.35	0.23	-1.03	303.58
16	138	114	2-I-2	-341.11	7.40	0.43	1.20	341.19
16	138	114	2-II-2	340.97	-6.67	0.36	-1.18	341.03
16	138	114	2-I-3	-329.36	-32.70	0.28	1.17	330.98
16	138	114	2-II-3	329.22	33.44	0.51	-1.14	330.92
16	138	114	2-I-4	-342.41	8.03	0.43	1.21	342.50
16	138	114	2-II-4	342.27	-7.29	0.36	-1.18	342.35
16	138	114	3-I-1	8.11	-337.40	-0.88	0.07	337.50
16	138	114	3-II-1	-8.24	338.14	1.66	-0.04	338.24
16	138	114	3-I-2	51.40	-272.69	-0.63	-0.18	277.50
16	138	114	3-II-2	-51.54	273.43	1.42	0.20	278.24
16	138	114	3-I-3	9.14	-338.21	-0.88	0.07	338.33
16	138	114	3-II-3	-9.28	338.95	1.67	-0.05	339.07
16	138	114	3-I-4	-43.59	-312.01	-0.78	0.20	315.04
16	138	114	3-II-4	43.46	312.75	1.57	-0.17	315.75
16	138	114	4-I-1	-301.02	41.08	0.55	1.06	303.81
16	138	114	4-II-1	300.89	-40.35	0.23	-1.03	303.58
16	138	114	4-I-2	-341.10	7.40	0.43	1.20	341.18
16	138	114	4-II-2	340.97	-6.67	0.35	-1.18	341.04
16	138	114	4-I-3	-329.36	-32.71	0.27	1.17	330.98
16	138	114	4-II-3	329.23	33.44	0.51	-1.14	330.92
16	138	114	4-I-4	-342.41	8.03	0.43	1.21	342.50
16	138	114	4-II-4	342.28	-7.30	0.35	-1.18	342.35
16	138	114	5-I-1	8.11	-337.41	-0.88	0.07	337.50
16	138	114	5-II-1	-8.24	338.14	1.66	-0.04	338.24
16	138	114	5-I-2	51.40	-272.70	-0.64	-0.18	277.50
16	138	114	5-II-2	-51.53	273.43	1.42	0.20	278.24
16	138	114	5-I-3	9.15	-338.21	-0.88	0.07	338.34
16	138	114	5-II-3	-9.28	338.94	1.66	-0.05	339.07
16	138	114	5-I-4	-43.59	-312.01	-0.78	0.20	315.04
16	138	114	5-II-4	43.46	312.74	1.56	-0.18	315.75

17	140	116	1	-0.40	-0.07	0.06	0.40	0.40
17	140	116	2-I-1	-301.10	111.98	0.57	1.61	321.25
17	140	116	2-II-1	300.31	-112.11	-0.46	-0.81	320.55
17	140	116	2-I-2	-341.12	6.20	0.25	1.75	341.18
17	140	116	2-II-2	340.33	-6.33	-0.14	-0.96	340.39
17	140	116	2-I-3	-329.35	104.52	0.43	1.69	345.54
17	140	116	2-II-3	328.56	-104.65	-0.32	-0.89	344.82
17	140	116	2-I-4	-342.43	-9.04	0.24	1.76	342.55
17	140	116	2-II-4	341.63	8.91	-0.13	-0.96	341.75
17	140	116	3-I-1	7.73	-336.61	-1.30	0.17	336.70
17	140	116	3-II-1	-8.52	336.48	1.41	0.63	336.59
17	140	116	3-I-2	51.03	-262.51	-1.00	0.12	267.43
17	140	116	3-II-2	-51.82	262.38	1.11	0.68	267.45
17	140	116	3-I-3	8.74	-339.03	-1.31	0.17	339.14
17	140	116	3-II-3	-9.53	338.90	1.42	0.63	339.03
17	140	116	3-I-4	-43.64	-371.07	-1.42	0.21	373.63
17	140	116	3-II-4	42.85	370.94	1.53	0.59	373.41
17	140	116	4-I-1	-301.10	111.98	0.58	1.61	321.25
17	140	116	4-II-1	300.31	-112.10	-0.46	-0.81	320.55
17	140	116	4-I-2	-341.12	6.21	0.25	1.75	341.18
17	140	116	4-II-2	340.33	-6.33	-0.14	-0.96	340.39
17	140	116	4-I-3	-329.35	104.53	0.43	1.68	345.54
17	140	116	4-II-3	328.56	-104.65	-0.31	-0.89	344.82
17	140	116	4-I-4	-342.43	-9.04	0.25	1.76	342.54
17	140	116	4-II-4	341.63	8.92	-0.13	-0.96	341.75
17	140	116	5-I-1	7.73	-336.60	-1.30	0.16	336.69
17	140	116	5-II-1	-8.52	336.48	1.42	0.63	336.59
17	140	116	5-I-2	51.03	-262.51	-1.00	0.12	267.42
17	140	116	5-II-2	-51.82	262.39	1.11	0.68	267.46
17	140	116	5-I-3	8.74	-339.03	-1.31	0.17	339.14
17	140	116	5-II-3	-9.53	338.91	1.42	0.63	339.04
17	140	116	5-I-4	-43.64	-371.07	-1.42	0.21	373.62
17	140	116	5-II-4	42.85	370.95	1.54	0.58	373.41
18	139	115	1	1.82	-0.48	-0.29	-1.87	1.88
18	139	115	2-I-1	-299.11	183.84	-0.81	-1.61	351.09
18	139	115	2-II-1	302.75	-184.81	0.23	-2.13	354.70
18	139	115	2-I-2	-339.15	-6.77	-0.49	-1.61	339.22
18	139	115	2-II-2	342.80	5.80	-0.09	-2.14	342.84
18	139	115	2-I-3	-327.36	177.25	-0.92	-1.60	372.27
18	139	115	2-II-3	331.00	-178.22	0.34	-2.14	375.93
18	139	115	2-I-4	-340.46	-11.52	-0.51	-1.60	340.65
18	139	115	2-II-4	344.10	10.55	-0.07	-2.15	344.26
18	139	115	3-I-1	10.02	-337.34	-1.17	-2.19	337.49
18	139	115	3-II-1	-6.38	336.38	0.59	-1.56	336.44
18	139	115	3-I-2	53.31	-285.76	-1.08	-2.13	290.69
18	139	115	3-II-2	-49.67	284.79	0.50	-1.62	289.09
18	139	115	3-I-3	11.02	-341.40	-1.18	-2.19	341.58
18	139	115	3-II-3	-7.38	340.44	0.60	-1.55	340.52
18	139	115	3-I-4	45.03	-444.14	-1.53	-2.18	446.41
18	139	115	3-II-4	-41.39	443.17	0.95	-1.57	445.10
18	139	115	4-I-1	-299.13	183.85	-0.80	-1.59	351.12
18	139	115	4-II-1	302.73	-184.80	0.24	-2.11	354.67
18	139	115	4-I-2	-339.18	-6.76	-0.48	-1.58	339.25
18	139	115	4-II-2	342.77	5.82	-0.08	-2.12	342.82
18	139	115	4-I-3	-327.39	177.26	-0.91	-1.58	372.30

18	139	115	4-II-3	330.98	-178.21	0.35	-2.12	375.91
18	139	115	4-I-4	-340.48	-11.51	-0.50	-1.57	340.67
18	139	115	4-II-4	344.07	10.56	-0.06	-2.13	344.23
18	139	115	5-I-1	10.00	-337.33	-1.16	-2.16	337.48
18	139	115	5-II-1	-6.40	336.39	0.60	-1.54	336.45
18	139	115	5-I-2	53.29	-285.75	-1.07	-2.10	290.67
18	139	115	5-II-2	-49.69	284.80	0.51	-1.60	289.11
18	139	115	5-I-3	11.00	-341.39	-1.18	-2.17	341.57
18	139	115	5-II-3	-7.41	340.45	0.61	-1.53	340.53
18	139	115	5-I-4	45.01	-444.12	-1.52	-2.15	446.40
18	139	115	5-II-4	-41.42	443.18	0.95	-1.55	445.11
19	126	102	1	-1.40	-2.37	-2.42	1.39	2.75
19	126	102	2-I-1	-290.82	174.27	-2.66	1.55	339.04
19	126	102	2-II-1	288.02	-179.01	-2.18	1.24	339.12
19	126	102	2-I-2	-342.70	-14.36	-2.36	1.54	343.00
19	126	102	2-II-2	339.91	9.63	-2.48	1.24	340.04
19	126	102	2-I-3	-373.06	183.68	-2.19	1.60	415.83
19	126	102	2-II-3	370.26	-188.42	-2.65	1.18	415.45
19	126	102	2-I-4	-346.61	-10.24	-2.37	1.55	346.76
19	126	102	2-II-4	343.81	5.50	-2.47	1.24	343.85
19	126	102	3-I-1	6.34	-344.10	-2.65	1.32	344.15
19	126	102	3-II-1	-9.13	339.36	-2.19	1.47	339.48
19	126	102	3-I-2	143.93	-446.92	-2.83	1.55	469.53
19	126	102	3-II-2	-146.73	442.19	-2.01	1.24	465.90
19	126	102	3-I-3	-11.96	-340.03	-2.64	1.31	340.24
19	126	102	3-II-3	9.17	335.30	-2.20	1.47	335.42
19	126	102	3-I-4	-138.66	-288.14	-2.70	1.56	319.77
19	126	102	3-II-4	135.87	283.41	-2.14	1.23	314.29
19	126	102	4-I-1	-290.80	174.30	-2.62	1.53	339.04
19	126	102	4-II-1	288.04	-178.98	-2.15	1.22	339.11
19	126	102	4-I-2	-342.69	-14.33	-2.32	1.53	342.99
19	126	102	4-II-2	339.92	9.66	-2.45	1.23	340.06
19	126	102	4-I-3	-373.04	183.72	-2.16	1.58	415.83
19	126	102	4-II-3	370.28	-188.39	-2.61	1.17	415.45
19	126	102	4-I-4	-346.59	-10.20	-2.34	1.53	346.74
19	126	102	4-II-4	343.83	5.53	-2.44	1.22	343.87
19	126	102	5-I-1	6.35	-344.06	-2.61	1.30	344.12
19	126	102	5-II-1	-9.12	339.39	-2.16	1.45	339.51
19	126	102	5-I-2	143.95	-446.89	-2.80	1.53	469.50
19	126	102	5-II-2	-146.71	442.22	-1.98	1.22	465.92
19	126	102	5-I-3	-11.95	-340.00	-2.61	1.30	340.21
19	126	102	5-II-3	9.18	335.33	-2.16	1.46	335.45
19	126	102	5-I-4	-138.65	-288.11	-2.67	1.54	319.73
19	126	102	5-II-4	135.88	283.44	-2.11	1.21	314.33
20	125	101	1	-0.11	-2.92	-2.96	-0.02	2.92
20	125	101	2-I-1	-288.91	101.13	-2.73	0.85	306.10
20	125	101	2-II-1	288.69	-106.97	-3.19	-0.90	307.87
20	125	101	2-I-2	-340.68	-12.99	-2.91	1.01	340.93
20	125	101	2-II-2	340.46	7.15	-3.01	-1.05	340.53
20	125	101	2-I-3	-370.90	109.97	-2.71	1.11	386.86
20	125	101	2-II-3	370.68	-115.80	-3.21	-1.15	388.35
20	125	101	2-I-4	-344.57	-9.88	-2.92	1.02	344.71
20	125	101	2-II-4	344.35	4.04	-3.00	-1.07	344.37
20	125	101	3-I-1	7.57	-342.31	-3.56	-0.06	342.39
20	125	101	3-II-1	-7.79	336.48	-2.36	0.01	336.57

20	125	101	3-I-2	144.76	-374.35	-3.66	-0.48	401.36
20	125	101	3-II-2	-144.99	368.51	-2.26	0.43	396.01
20	125	101	3-I-3	-10.62	-339.88	-3.55	0.02	340.05
20	125	101	3-II-3	10.40	334.05	-2.36	-0.07	334.21
20	125	101	3-I-4	-136.96	-265.66	-3.43	0.41	298.89
20	125	101	3-II-4	136.73	259.83	-2.49	-0.46	293.61
20	125	101	4-I-1	-288.91	101.18	-2.68	0.85	306.11
20	125	101	4-II-1	288.69	-106.93	-3.15	-0.90	307.86
20	125	101	4-I-2	-340.68	-12.94	-2.87	1.01	340.92
20	125	101	4-II-2	340.46	7.19	-2.96	-1.06	340.53
20	125	101	4-I-3	-370.90	110.01	-2.66	1.11	386.87
20	125	101	4-II-3	370.68	-115.76	-3.17	-1.16	388.34
20	125	101	4-I-4	-344.57	-9.83	-2.87	1.02	344.71
20	125	101	4-II-4	344.35	4.09	-2.96	-1.07	344.37
20	125	101	5-I-1	7.57	-342.27	-3.51	-0.06	342.35
20	125	101	5-II-1	-7.79	336.52	-2.32	0.01	336.61
20	125	101	5-I-2	144.77	-374.30	-3.61	-0.48	401.32
20	125	101	5-II-2	-144.98	368.55	-2.22	0.43	396.05
20	125	101	5-I-3	-10.62	-339.84	-3.51	0.02	340.01
20	125	101	5-II-3	10.40	334.09	-2.32	-0.07	334.25
20	125	101	5-I-4	-136.95	-265.62	-3.39	0.41	298.85
20	125	101	5-II-4	136.74	259.87	-2.44	-0.46	293.65
21	124	100	1	-0.01	-2.90	-2.94	-0.01	2.90
21	124	100	2-I-1	-288.74	-35.67	-2.86	0.75	290.93
21	124	100	2-II-1	288.72	29.87	-3.02	-0.77	290.26
21	124	100	2-I-2	-340.50	5.49	-2.90	0.88	340.54
21	124	100	2-II-2	340.48	-11.29	-2.98	-0.91	340.67
21	124	100	2-I-3	-370.73	38.04	-2.85	0.99	372.68
21	124	100	2-II-3	370.72	-43.85	-3.03	-1.01	373.30
21	124	100	2-I-4	-344.39	4.01	-2.90	0.90	344.41
21	124	100	2-II-4	344.37	-9.81	-2.98	-0.92	344.51
21	124	100	3-I-1	7.69	-341.48	-3.52	0.04	341.56
21	124	100	3-II-1	-7.70	335.67	-2.36	-0.06	335.76
21	124	100	3-I-2	144.88	-315.19	-3.49	-0.44	346.90
21	124	100	3-II-2	-144.89	309.39	-2.40	0.41	341.64
21	124	100	3-I-3	-10.53	-340.67	-3.52	0.05	340.83
21	124	100	3-II-3	10.51	334.86	-2.36	-0.07	335.03
21	124	100	3-I-4	-136.86	-276.00	-3.41	0.40	308.07
21	124	100	3-II-4	136.84	270.20	-2.48	-0.42	302.88
21	124	100	4-I-1	-288.74	-35.63	-2.82	0.75	290.93
21	124	100	4-II-1	288.72	29.91	-2.98	-0.77	290.27
21	124	100	4-I-2	-340.50	5.53	-2.86	0.88	340.54
21	124	100	4-II-2	340.48	-11.25	-2.94	-0.91	340.67
21	124	100	4-I-3	-370.73	38.09	-2.81	0.99	372.69
21	124	100	4-II-3	370.72	-43.80	-2.99	-1.01	373.30
21	124	100	4-I-4	-344.39	4.05	-2.86	0.90	344.41
21	124	100	4-II-4	344.37	-9.77	-2.94	-0.92	344.51
21	124	100	5-I-1	7.68	-341.43	-3.48	0.04	341.52
21	124	100	5-II-1	-7.70	335.72	-2.32	-0.06	335.80
21	124	100	5-I-2	144.88	-315.15	-3.44	-0.44	346.86
21	124	100	5-II-2	-144.89	309.43	-2.35	0.42	341.68
21	124	100	5-I-3	-10.53	-340.63	-3.48	0.05	340.79
21	124	100	5-II-3	10.51	334.91	-2.32	-0.07	335.07
21	124	100	5-I-4	-136.86	-275.96	-3.36	0.40	308.03
21	124	100	5-II-4	136.84	270.24	-2.44	-0.42	302.91

22	123	99	1	0.03	-2.81	-2.83	-0.08	2.82
22	123	99	2-I-1	-289.13	37.94	-2.72	0.96	291.61
22	123	99	2-II-1	289.19	-43.57	-2.95	-1.12	292.45
22	123	99	2-I-2	-340.96	4.23	-2.76	1.15	340.99
22	123	99	2-II-2	341.02	-9.86	-2.90	-1.31	341.16
22	123	99	2-I-3	-371.20	-35.86	-2.76	1.24	372.92
22	123	99	2-II-3	371.25	30.23	-2.91	-1.40	372.48
22	123	99	2-I-4	-344.86	4.86	-2.91	1.16	344.89
22	123	99	2-II-4	344.91	-10.49	-2.76	-1.32	345.07
22	123	99	3-I-1	7.67	-340.58	-3.40	-0.13	340.67
22	123	99	3-II-1	-7.61	334.95	-2.27	-0.03	335.04
22	123	99	3-I-2	145.04	-275.87	-3.29	-0.58	311.68
22	123	99	3-II-2	-144.98	270.24	-2.37	0.42	306.68
22	123	99	3-I-3	-10.44	-341.39	-3.40	-0.13	341.55
22	123	99	3-II-3	10.50	335.76	-2.26	-0.03	335.93
22	123	99	3-I-4	-136.91	-315.19	-3.36	0.38	343.65
22	123	99	3-II-4	136.97	309.56	-2.30	-0.54	338.51
22	123	99	4-I-1	-289.13	37.98	-2.68	0.97	291.62
22	123	99	4-II-1	289.19	-43.53	-2.90	-1.12	292.44
22	123	99	4-I-2	-340.96	4.27	-2.72	1.15	340.99
22	123	99	4-II-2	341.02	-9.82	-2.86	-1.31	341.16
22	123	99	4-I-3	-371.20	-35.82	-2.72	1.24	372.92
22	123	99	4-II-3	371.25	30.27	-2.87	-1.40	372.48
22	123	99	4-I-4	-344.86	4.90	-2.87	1.16	344.89
22	123	99	4-II-4	344.91	-10.44	-2.72	-1.32	345.07
22	123	99	5-I-1	7.67	-340.54	-3.36	-0.13	340.63
22	123	99	5-II-1	-7.61	334.99	-2.22	-0.03	335.08
22	123	99	5-I-2	145.04	-275.83	-3.25	-0.58	311.64
22	123	99	5-II-2	-144.98	270.29	-2.33	0.42	306.72
22	123	99	5-I-3	-10.44	-341.35	-3.36	-0.13	341.51
22	123	99	5-II-3	10.50	335.80	-2.22	-0.03	335.97
22	123	99	5-I-4	-136.91	-315.15	-3.32	0.38	343.61
22	123	99	5-II-4	136.97	309.61	-2.26	-0.54	338.55
23	142	118	1	-0.36	-2.24	-2.27	0.34	2.27
23	142	118	2-I-1	-289.01	109.98	-1.89	1.10	309.23
23	142	118	2-II-1	288.29	-114.47	-2.66	-0.41	310.19
23	142	118	2-I-2	-340.76	4.10	-1.96	1.23	340.78
23	142	118	2-II-2	340.04	-8.58	-2.58	-0.54	340.15
23	142	118	2-I-3	-371.05	102.41	-1.99	1.37	384.92
23	142	118	2-II-3	370.33	-106.89	-2.56	-0.68	385.45
23	142	118	2-I-4	-344.65	-11.24	-1.96	1.24	344.83
23	142	118	2-II-4	343.93	6.75	-2.59	-0.55	344.00
23	142	118	3-I-1	7.37	-338.94	-2.78	0.63	339.02
23	142	118	3-II-1	-8.09	334.46	-1.77	0.06	334.56
23	142	118	3-I-2	144.48	-264.82	-2.67	0.81	301.67
23	142	118	3-II-2	-145.20	260.34	-1.88	-0.12	298.09
23	142	118	3-I-3	-11.00	-341.37	-2.78	0.64	341.54
23	142	118	3-II-3	10.28	336.88	-1.77	0.05	337.04
23	142	118	3-I-4	-137.43	-373.49	-2.85	0.96	397.97
23	142	118	3-II-4	136.71	369.00	-1.70	-0.27	393.52
23	142	118	4-I-1	-289.01	110.02	-1.85	1.10	309.24
23	142	118	4-II-1	288.29	-114.43	-2.63	-0.41	310.17
23	142	118	4-I-2	-340.76	4.13	-1.93	1.23	340.78
23	142	118	4-II-2	340.04	-8.55	-2.55	-0.54	340.15
23	142	118	4-I-3	-371.05	102.44	-1.95	1.37	384.93

23	142	118	4-II-3	370.33	-106.86	-2.53	-0.68	385.44
23	142	118	4-I-4	-344.65	-11.20	-1.93	1.24	344.83
23	142	118	4-II-4	343.93	6.79	-2.56	-0.55	344.00
23	142	118	5-I-1	7.37	-338.91	-2.74	0.63	338.99
23	142	118	5-II-1	-8.09	334.49	-1.74	0.05	334.59
23	142	118	5-I-2	144.48	-264.79	-2.63	0.81	301.64
23	142	118	5-II-2	-145.20	260.37	-1.85	-0.12	298.12
23	142	118	5-I-3	-11.00	-341.33	-2.75	0.64	341.51
23	142	118	5-II-3	10.28	336.92	-1.73	0.05	337.07
23	142	118	5-I-4	-137.43	-373.45	-2.81	0.96	397.94
23	142	118	5-II-4	136.71	369.04	-1.67	-0.27	393.55
24	141	117	1	1.17	-0.68	-1.25	-1.88	1.36
24	141	117	2-I-1	-287.58	183.92	-1.69	-3.04	341.36
24	141	117	2-II-1	289.92	-185.29	-0.82	-0.72	344.07
24	141	117	2-I-2	-339.35	5.76	-0.85	-3.14	339.40
24	141	117	2-II-2	341.70	-7.12	-1.66	-0.61	341.77
24	141	117	2-I-3	-369.86	177.64	-0.85	-3.10	410.31
24	141	117	2-II-3	372.20	-179.01	-1.66	-0.66	413.01
24	141	117	2-I-4	-343.25	-12.09	-0.80	-3.16	343.47
24	141	117	2-II-4	345.60	10.73	-1.71	-0.60	345.76
24	141	117	3-I-1	9.16	-337.25	0.09	-2.40	337.38
24	141	117	3-II-1	-6.81	335.89	-2.60	-1.36	335.96
24	141	117	3-I-2	146.35	-286.01	-0.11	-2.42	321.28
24	141	117	3-II-2	-144.01	284.65	-2.40	-1.34	319.00
24	141	117	3-I-3	-9.79	-341.32	0.09	-2.42	341.46
24	141	117	3-II-3	12.13	339.95	-2.60	-1.34	340.17
24	141	117	3-I-4	-136.53	-444.56	-0.02	-2.34	465.05
24	141	117	3-II-4	138.87	443.19	-2.49	-1.41	464.44
24	141	117	4-I-1	-287.59	183.94	-1.68	-3.02	341.38
24	141	117	4-II-1	289.90	-185.28	-0.80	-0.70	344.05
24	141	117	4-I-2	-339.37	5.77	-0.83	-3.12	339.42
24	141	117	4-II-2	341.68	-7.11	-1.65	-0.59	341.75
24	141	117	4-I-3	-369.88	177.66	-0.83	-3.07	410.33
24	141	117	4-II-3	372.18	-179.00	-1.65	-0.64	412.99
24	141	117	4-I-4	-343.27	-12.08	-0.78	-3.14	343.48
24	141	117	4-II-4	345.58	10.74	-1.70	-0.57	345.75
24	141	117	5-I-1	9.14	-337.24	0.11	-2.38	337.37
24	141	117	5-II-1	-6.83	335.90	-2.59	-1.34	335.97
24	141	117	5-I-2	146.34	-286.00	-0.10	-2.40	321.27
24	141	117	5-II-2	-144.03	284.66	-2.38	-1.32	319.02
24	141	117	5-I-3	-9.81	-341.30	0.11	-2.40	341.45
24	141	117	5-II-3	12.12	339.96	-2.59	-1.32	340.18
24	141	117	5-I-4	-136.55	-444.55	-0.00	-2.32	465.05
24	141	117	5-II-4	138.85	443.21	-2.48	-1.39	464.45

Dall'analisi dei risultati emerge che il massimo spostamento polare atteso è pari a 469mm. Pertanto i dispositivi previsti in progetto soddisfano tali richieste (spostamento massimo pari a 500mm). Allo stesso modo, risultano verificati i giunti sismici previsti tra i nuclei scala e la struttura isolata. Per quanto attiene, invece, allo spostamento in sommità dei pilastri di supporto degli isolatori, si registra un valore massimo pari a 1.27 mm. Pertanto è verificata la condizione:

Spostamento massimo base isolatore $x_{20} < \text{massima deformazione relativa isolatore}$

Come di seguito meglio descritto in tabella.

Interp.	Comb.	ηX_v	ηX_h	ηY_v	ηY_h	Nodo1	Nodo2	η	η_{Amm}	Cs
		mm	mm	mm	mm			mm	mm	
0-1	(2+3)-IV-7	0.27	0.35	0.24	0.69	1	110	0.93	15.61	17
0-1	(2+3)-IV-7	0.04	0.55	0.31	0.89	2	111	1.20	15.61	13
0-1	(2+3)-IV-7	0.02	0.54	0.32	0.71	3	112	1.03	15.61	15
0-1	(2+3)-VI-7	0.01	0.10	0.32	0.71	4	113	1.03	15.61	15
0-1	(2+3)-VI-7	0.07	0.09	0.29	0.90	5	121	1.19	15.61	13
0-1	(2+3)-VI-7	0.16	0.27	0.20	0.68	6	122	0.87	15.61	18
0-1	(2+3)-III-7	0.33	0.78	0.01	0.69	7	106	1.11	15.61	14
0-1	(2+3)-IV-7	0.03	0.42	0.01	1.10	8	107	1.11	15.61	14
0-1	(2+3)-III-7	0.04	0.88	0.01	0.34	9	108	0.92	15.61	17
0-1	(2+3)-III-7	0.02	0.87	0.01	0.12	10	109	0.88	15.61	18
0-1	(2+3)-VI-7	0.07	0.37	0.00	1.10	11	119	1.10	15.61	14
0-1	(2+3)-VI-7	0.22	0.09	0.02	0.99	12	120	1.01	15.61	16
0-1	(2+3)-IV-7	0.30	0.08	0.05	0.99	13	115	1.04	15.61	15
0-1	(2+3)-IV-7	0.04	0.13	0.05	1.10	14	116	1.15	15.61	14
0-1	(2+3)-V-7	0.04	0.87	0.05	0.12	15	114	0.91	15.61	17
0-1	(2+3)-V-7	0.01	0.88	0.05	0.34	16	103	0.89	15.61	18
0-1	(2+3)-VI-7	0.06	0.42	0.06	1.10	17	104	1.16	15.61	13
0-1	(2+3)-VI-7	0.24	0.33	0.04	1.09	18	105	1.13	15.61	14
0-1	(2+3)-IV-7	0.23	0.27	0.28	0.69	19	117	0.97	15.61	16
0-1	(2+3)-IV-7	0.06	0.09	0.37	0.90	20	118	1.27	15.61	12
0-1	(2+3)-IV-7	0.03	0.10	0.42	0.71	21	99	1.13	15.61	14
0-1	(2+3)-VI-7	0.00	0.54	0.43	0.71	22	100	1.14	15.61	14
0-1	(2+3)-VI-7	0.07	0.55	0.41	0.89	23	101	1.30	15.61	12
0-1	(2+3)-VI-7	0.22	0.35	0.32	0.69	24	102	1.01	15.61	15

Per quanto attiene, invece, alle verifiche allo SLV degli isolatori, poiché la domanda sismica valutata nelle condizioni SLC è superiore a quella corrispondente alle condizioni SLV, risultano come è noto implicitamente soddisfatte.

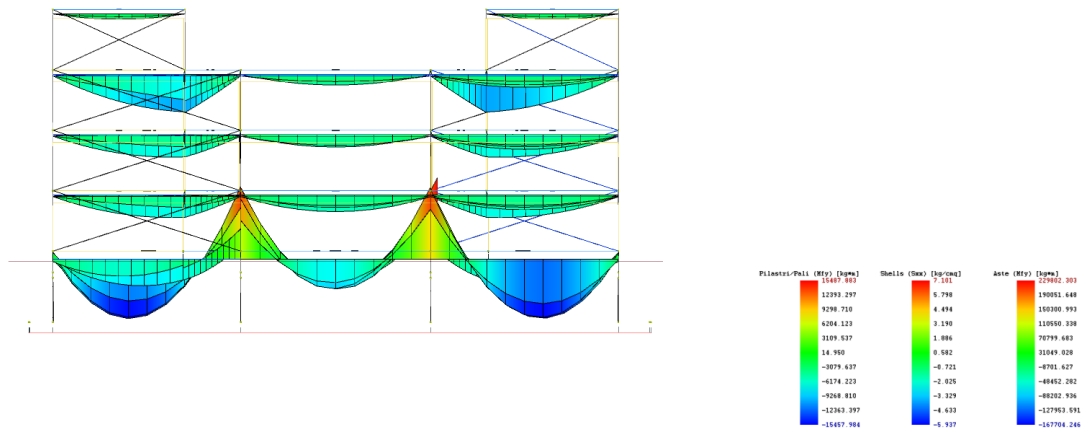
Infine, in accordo a quanto previsto al pt. 7.10.6.1, NTC2018, tali condizioni implicano anche la verifica dello SLD.

16. VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA SLV

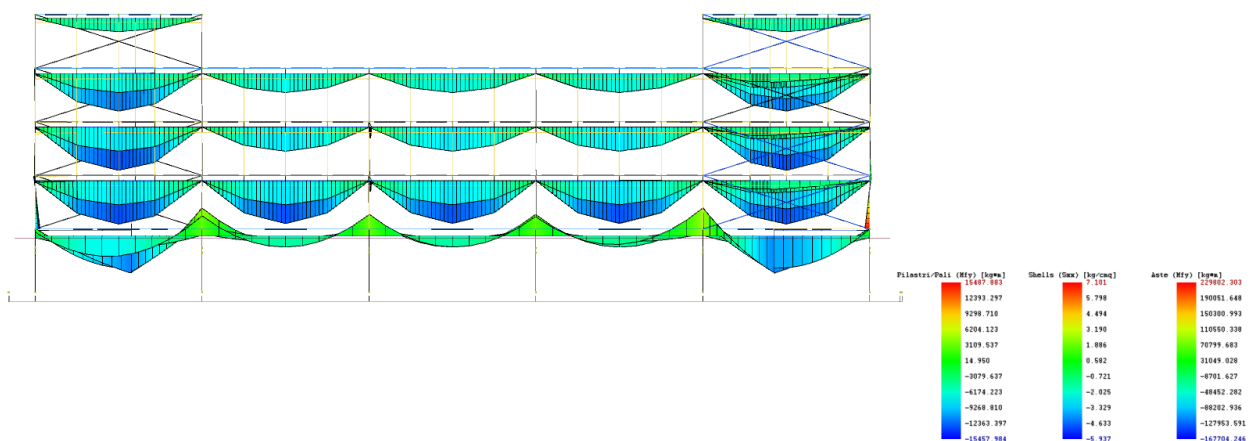
Per quanto attiene alla verifica allo SLV della sovrastruttura, in accordo a quanto previsto al pt. 7.10.6.2.1 NTC2018, le verifiche di resistenza degli elementi strutturali in elevazione (struttura

isolata) sono state condotte considerando gli effetti dell'azione sismica scalati del fattore di struttura $q = 1,5$.

Rimandando ai tabulati allegati, si riportano di seguito le principali sollecitazioni flettenti ottenute dal modello di calcolo per gli elementi strutturali.



Distribuzione momenti flettenti – Vista trasversale



Distribuzione momenti flettenti – Vista longitudinale

Ai fini delle verifiche si considera, a vantaggio di sicurezza, nulla l'interazione tra travi e solai.

17. VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA SLD

Per quanto attiene alla verifica dello SLD, in accordo a quanto previsto al pt. 7.10.6.1 NTC2018, si verifica che gli spostamenti di interpiano d_r ottenuti dall'analisi allo SLD rispettino la seguente limitazione (pt. 7.3.7.2, NTC2018), nell'ipotesi che i tamponamenti siano collegati rigidamente alla struttura ed interferiscano con la deformabilità delle stesse:

$$d_r < 2/3 (0,005 h)$$

con h l'altezza di interpiano espressa in cm.

Essendo l'altezza di interpiano pari a 368.50cm, la verifica conduce a validare per i tre interpiani

$$d_r < 2/3 (0,005 \times 368.5) = 1.2283\text{cm} = 12.283\text{mm}$$

Rimandando ai tabulati allegati, si riportano di seguito le principali verifiche degli spostamenti di piano (risultati peggiori).

Interp.	Comb.	hXv	hXh	hYv	hYh	Nodo1	Nodo2	d _r
		mm	mm	mm	mm			mm
1-2	(4+5)-IV-7	0.09	2.17	0.12	5.80	1001	2001	5.92
1-2	(4+5)-IV-7	0.09	2.17	0.07	5.30	1002	2002	5.37
1-2	(4+5)-IV-7	0.09	2.17	0.02	4.85	1003	2003	4.87
1-2	(6+7)-VI-7	0.09	0.06	0.04	4.85	1004	2004	4.89
1-2	(6+7)-VI-7	0.09	0.06	0.09	5.30	1005	2005	5.39
1-2	(4+5)-VI-7	0.94	0.00	0.21	5.65	1006	2006	5.86
1-2	(4+5)-IV-7	0.04	1.44	0.12	5.80	1007	2007	5.92
1-2	(4+5)-IV-7	0.04	1.44	0.07	5.30	1008	2008	5.37
1-2	(4+5)-IV-7	0.04	1.44	0.02	4.85	1009	2009	4.87
1-2	(6+7)-VI-7	0.04	1.29	0.04	4.85	1010	2010	4.89
1-2	(6+7)-VI-7	0.04	1.29	0.09	5.30	1011	2011	5.39
1-2	(6+7)-VI-7	0.04	1.29	0.14	5.80	1012	2012	5.94
1-2	(4+5)-IV-7	0.01	0.77	0.12	5.80	1013	2013	5.92
1-2	(4+5)-IV-7	0.01	0.77	0.07	5.30	1014	2014	5.37
1-2	(4+5)-IV-7	0.01	0.77	0.02	4.85	1015	2015	4.87
1-2	(6+7)-VI-7	0.01	1.43	0.04	4.85	1016	2016	4.89
1-2	(6+7)-VI-7	0.01	1.43	0.09	5.30	1017	2017	5.39
1-2	(6+7)-VI-7	0.01	1.43	0.14	5.80	1018	2018	5.94
1-2	(4+5)-IV-7	0.06	0.06	0.02	4.85	1019	2019	4.87
1-2	(6+7)-VI-7	0.07	2.17	0.04	4.85	1020	2020	4.89
1-2	(6+7)-VI-7	0.07	2.17	0.09	5.30	1021	2021	5.39
1-2	(6+7)-VI-7	0.07	2.17	0.14	5.80	1022	2022	5.94
1-2	(6+7)-IV-7	0.92	0.01	0.22	5.65	1023	2023	5.87
1-2	(4+5)-IV-7	0.06	0.06	0.07	5.30	1024	2024	5.37
2-3	(4+5)-IV-7	0.27	1.60	0.40	3.14	2001	3001	3.54
2-3	(4+5)-III-7	0.27	3.05	0.24	1.39	2002	3002	3.31
2-3	(4+5)-III-7	0.27	3.05	0.07	1.00	2003	3003	3.31
2-3	(6+7)-I-8	0.26	2.99	0.09	11.78	2004	3004	5.39
2-3	(4+5)-III-7	0.27	3.05	0.25	1.03	2005	3005	3.31
2-3	(4+5)-VI-7	0.27	0.16	0.42	3.13	2006	3006	3.56
2-3	(4+5)-IV-7	0.10	1.13	0.40	3.14	2007	3007	3.54
2-3	(4+5)-IV-7	0.10	1.13	0.24	2.76	2008	3008	3.00
2-3	(4+5)-III-7	0.10	2.75	0.07	1.00	2009	3009	2.85
2-3	(6+7)-I-8	0.10	2.60	0.09	11.78	2010	3010	5.39
2-3	(4+5)-VI-7	0.10	0.89	0.25	2.77	2011	3011	3.01
2-3	(4+5)-VI-7	0.10	0.89	0.41	3.15	2012	3012	3.56
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.39	3.08	2013	3013	5.39
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.23	2.70	2014	3014	5.39
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.07	2.37	2015	3015	5.39
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.09	2.25	2016	3016	5.39
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.25	2.21	2017	3017	5.39
2-3	(6+7)-VIII-7	0.06	15.11	0.41	2.25	2018	3018	5.39
2-3	(6+7)-V-7	0.22	3.04	0.07	0.75	2019	3019	3.26
2-3	(6+7)-I-8	0.22	2.14	0.09	11.78	2020	3020	5.39
2-3	(6+7)-V-7	0.22	3.04	0.25	1.40	2021	3021	3.26
2-3	(4+5)-VI-7	0.22	1.60	0.41	3.15	2022	3022	3.56
2-3	(4+5)-IV-7	0.23	0.17	0.40	3.13	2023	3023	3.53
2-3	(6+7)-V-7	0.22	3.04	0.23	1.03	2024	3024	5.39
3-4	(4+5)-IV-7	0.14	0.94	0.18	1.71	3001	4001	1.89
3-4	(4+5)-III-7	0.14	1.69	0.10	0.80	3002	4002	1.83
3-4	(4+5)-III-7	0.14	1.69	0.01	0.60	3003	4003	1.83
3-4	(4+5)-III-7	0.14	1.69	0.07	0.31	3004	4004	1.83
3-4	(4+5)-III-7	0.14	1.69	0.16	0.52	3005	4005	1.83

3-4	(4+5)-VI-7	0.19	0.17	1.09	1.67	3006	4006	2.76
3-4	(4+5)-IV-7	0.05	0.71	0.18	1.71	3007	4007	1.89
3-4	(4+5)-IV-7	0.05	0.71	0.10	1.50	3008	4008	1.60
3-4	(4+5)-III-7	0.05	1.54	0.01	0.60	3009	4009	1.59
3-4	(4+5)-III-7	0.05	1.54	0.07	0.31	3010	4010	1.59
3-4	(4+5)-VI-7	0.05	0.48	0.16	1.51	3011	4011	1.67
3-4	(4+5)-VI-7	0.05	0.48	0.25	1.71	3012	4012	1.95
3-4	(4+5)-IV-7	0.04	0.47	0.18	1.71	3013	4013	1.89
3-4	(4+5)-IV-7	0.04	0.47	0.10	1.50	3014	4014	1.60
3-4	(6+7)-V-7	0.04	1.54	0.01	0.39	3015	4015	1.57
3-4	(6+7)-V-7	0.04	1.54	0.08	0.60	3016	4016	1.57
3-4	(4+5)-VI-7	0.04	0.70	0.16	1.51	3017	4017	1.67
3-4	(4+5)-VI-7	0.04	0.70	0.25	1.71	3018	4018	1.95
3-4	(6+7)-V-7	0.12	1.69	0.01	0.39	3019	4019	1.81
3-4	(6+7)-V-7	0.12	1.69	0.08	0.60	3020	4020	1.81
3-4	(6+7)-V-7	0.12	1.69	0.16	0.80	3021	4021	1.81
3-4	(4+5)-VI-7	0.12	0.94	0.25	1.71	3022	4022	1.95
3-4	(4+5)-IV-7	0.21	0.17	1.05	1.67	3023	4023	2.72
3-4	(6+7)-V-7	0.12	1.69	0.09	0.52	3024	4024	1.81

18. VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA SLO

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso IV, inoltre, è necessario verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi non strutturali, tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (pt. 7.3.7.2, NTC2018).

In particolare questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

$$d_r < 2/3 \times 1.2283\text{cm} = 0.818\text{cm} = 8.18\text{mm}$$

Pertanto la verifica agli SLO risulta automaticamente soddisfatta confrontando gli spostamenti calcolati nelle condizioni di carico SLD e descritti nella precedente tabella.

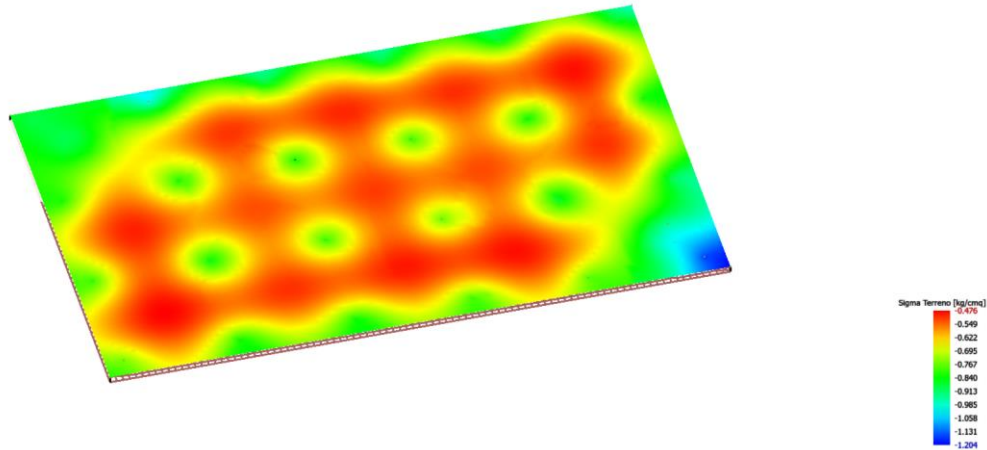
Si evidenzia inoltre, che per le travi in acciaio è prevista la realizzazione di monte atte a ripristinare l'orizzontalità dei solai e, pertanto, le verifiche riportate nei tabulati allegati nei confronti dei carichi complessivi vanno considerate in tal senso.

19. VERIFICA DELLA SOTTOSTRUTTURA E DELLE FONDAZIONI

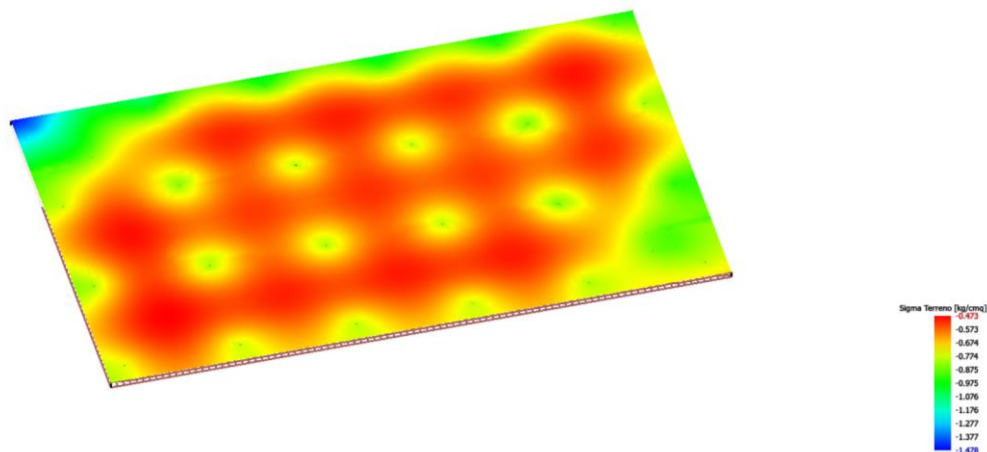
La sottostruttura deve essere verificata rispetto allo stato limite di danno SLD e rispetto allo stato limite di salvaguardia della vita SLV. In particolare, in accordo a quanto previsto al pt. 7.10.6.1 NTC2018, quando sono soddisfatte le verifiche allo SLV risulta conseguita anche la verifica allo stato limite di danno.

Le verifiche allo SLV, in accordo a quanto previsto al pt. 7.10.6.2.1 NTC2018, sono state condotte considerando un fattore di struttura $q=1$. Come si evince dai tabulati di calcolo, le verifiche di resistenza degli elementi strutturali rispetto allo SLV della sottostruttura risultano soddisfatte.

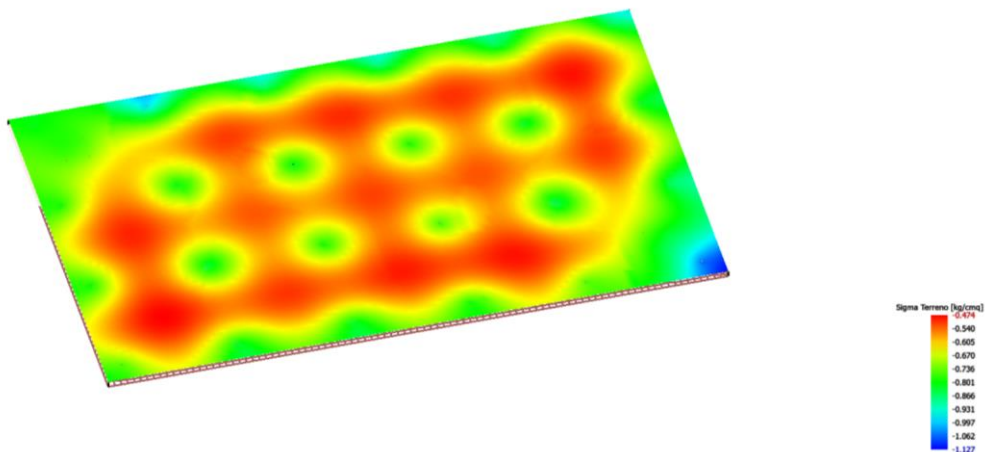
In accordo a quanto previsto al pt. 7.10.4.3 NTC2018, le strutture del piano di posa degli isolatori, devono essere dimensionate, inoltre, in modo da assicurare un comportamento rigido nel piano suddetto così da limitare gli effetti degli spostamenti sismici differenziali nelle condizioni SLV ed SLC. Sinteticamente si riporta di seguito l'involuppo delle tensioni di calcolo all'interfaccia terreno-platea di fondazione nella combinazione SISMAX1_SLV.



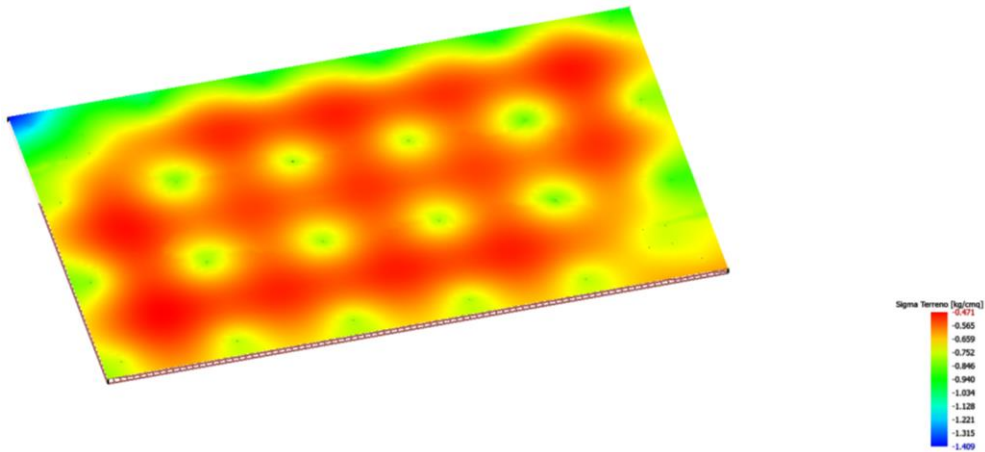
Tensioni di contatto platea-terreno – combinazione SISMAX1_SLV



Tensioni di contatto platea-terreno – combinazione SISMAX1_SLV



Tensioni di contatto platea-terreno – combinazione SISMAX2_SLV



Tensioni di contatto platea-terreno – combinazione SISMAY2_SLV

Dalle suddette analisi risulta una tensione massima di contatto pari a 1.478 kg/cmq.

Per quanto attiene invece alle sollecitazioni sulla platea di fondazione si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni di flessione e taglio nelle condizioni SISMAY1_SLV.

Si rimanda alle relative tabelle dei tabulati di calcolo riportanti le sollecitazioni di verifica sulla platea per le altre tre condizioni di direzione del sisma (SISMAX2_SLV - SISMAY1_SLV - SISMAY2_SLV).

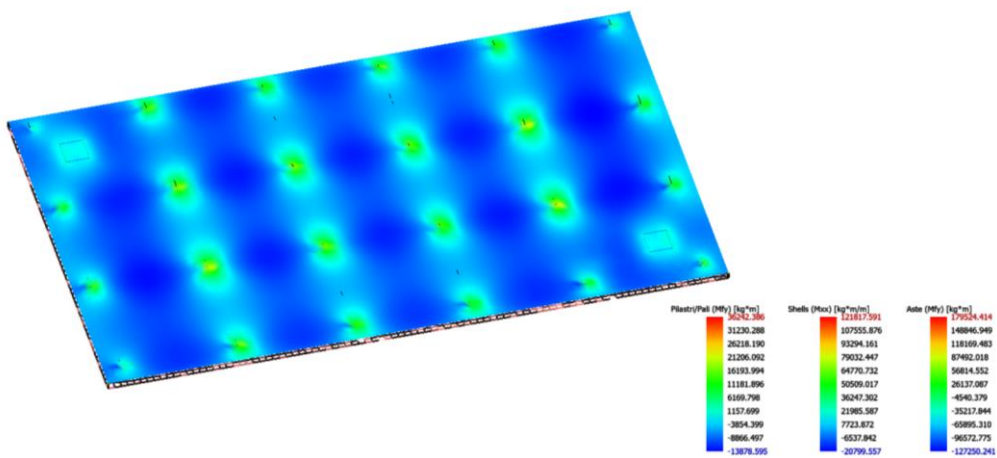


Diagramma sollecitazioni Mxx – SISMAY1_SLV

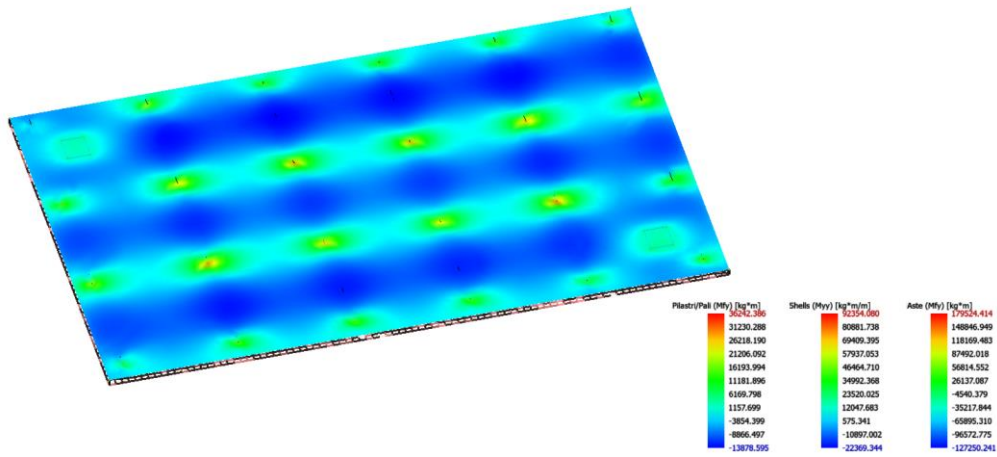


Diagramma sollecitazioni Myy – SISMAXI_SLV

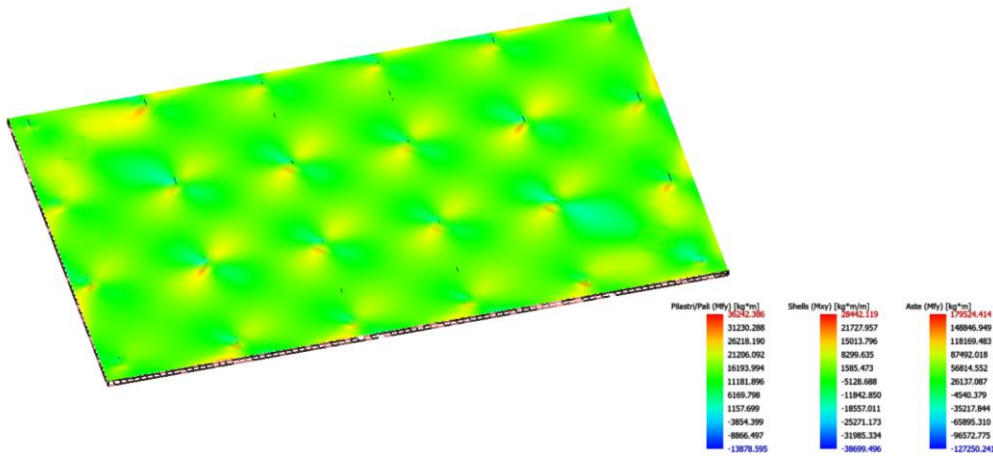


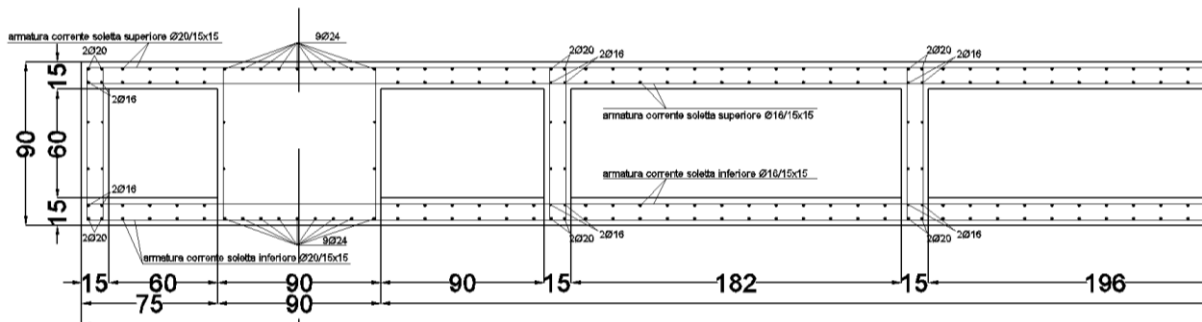
Diagramma sollecitazioni Mxy – SISMAXI_SLV

Dalle verifiche riportate nei tabulati si evince che la platea è verificata.

20. SOLAI

20.1. Verifica solaio di copertura piano terra (quota +4.6625mt)

Il solaio piano terra è previsto in c.a. alleggerito di altezza totale di 90cm con soletta superiore ed inferiore di 15cm e nervature di spessore 15cm interassati mediamente 197cm. Il volume contenuto tra i due travetti verrà occupato da pani di polistirolo.



Stralcio sezione solaio piano terra

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agente sul solaio a metro quadro:

- Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G_1

$$G_1 = 3,75 + 3,75 + 1,15 + 0,18 = 8,83 \text{ kN/m}^2$$

- Carichi permanenti portati: G_2

$$G_2 = 1,60 + 0,40 + 1,20 = 3,20 \text{ kN/m}^2$$

- Carichi accidentali: Q_k

$$Q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Per il progetto e la verifica del solaio, è stata considerata la sezione 1-1 e su di essa sono stati involupate le condizioni che massimizzano e minimizzano i momenti e le azioni di taglio. Si è considerato, infine, a vantaggio di sicurezza una larghezza equivalente tra due travetti pari a 2.00mt. Pertanto, nella sezione a doppio T, con ali superiori ed inferiori larghe 2.00mt e spesse 0.15mt ed anima larga 0.15mt, sono presenti i seguenti carichi:

- Peso proprio a metro lineare degli elementi strutturali: G_1

$$G_1 = 0,5 \times 8,83 = 4,41 \text{ kN/m}$$

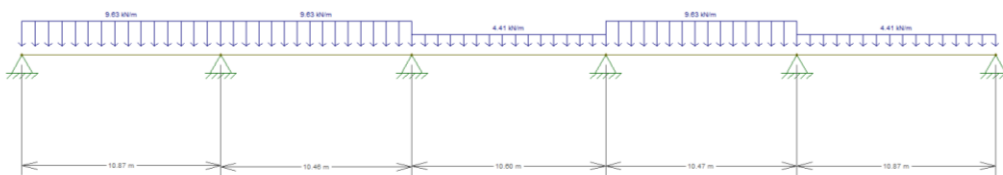
- Carichi permanenti portati: G_2

$$G_2 = 0,5 \times 3,20 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

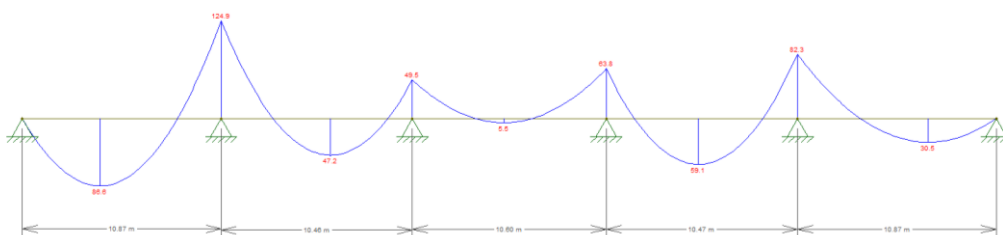
- Carichi accidentali: Q_k

$$Q_k = 0,5 \times 2,00 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

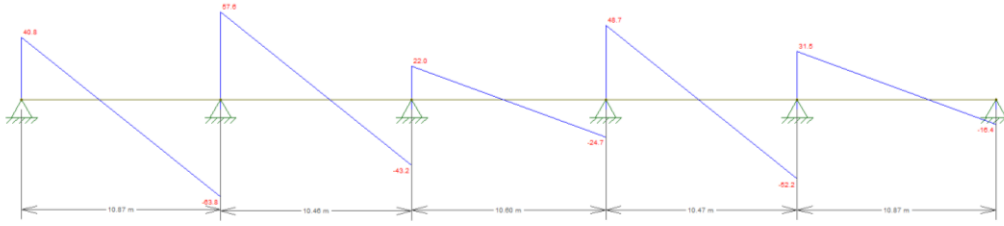
Condizione di carico 1 - Schema 1



Schema di carico

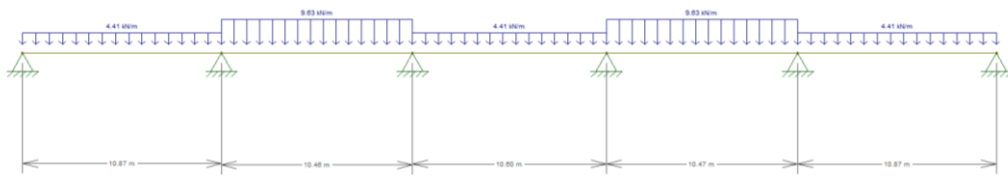


$$M_{\max} = 86,6 \text{ kNm} - M_{\min} = 124,9 \text{ kNm}$$

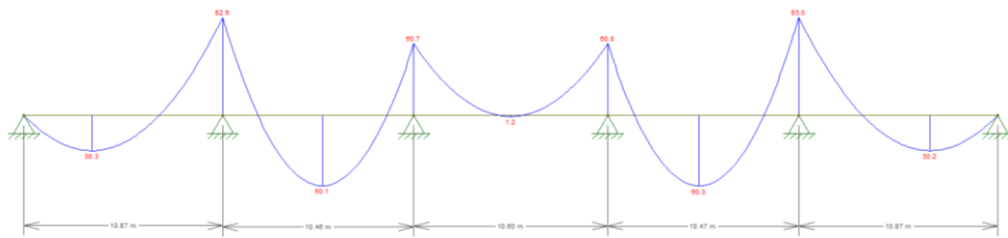


$$T_{\max} = 63.8 \text{ kNm}$$

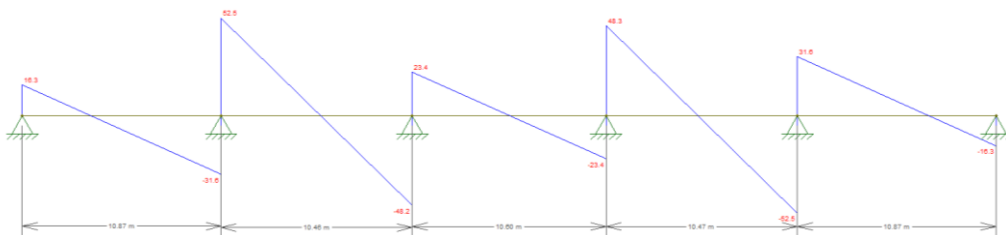
Condizione di carico 2 - Schema 2



Schema di carico

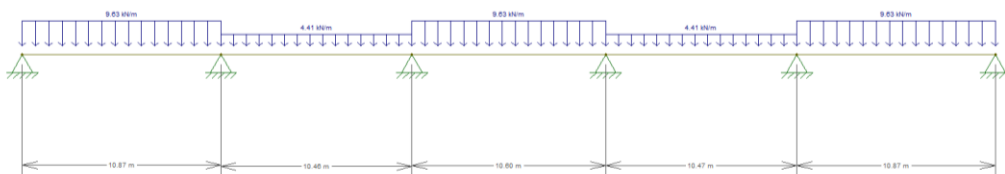


$$M_{\max} = 60.3 \text{ kNm} - M_{\min} = 83.0 \text{ kNm}$$

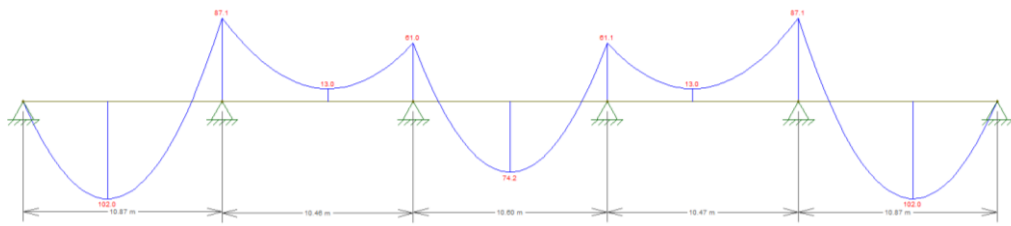


$$T_{\max} = 52.5 \text{ kNm}$$

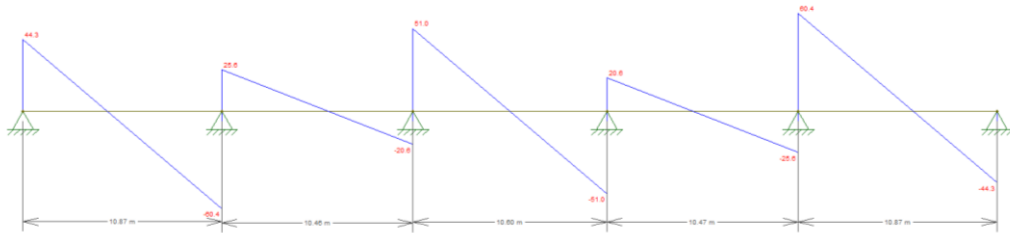
Condizione di carico 3 - Schema 3



Schema di carico

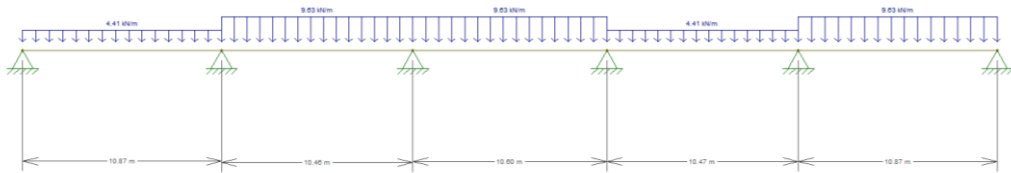


$$M_{\max} = 102.0 \text{ kNm} - M_{\min} = 87.1 \text{ kNm}$$

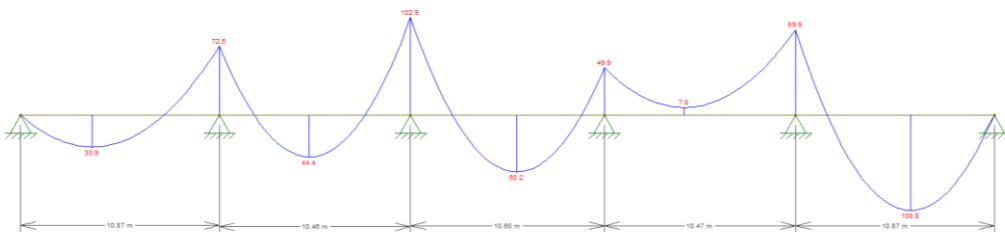


$$T_{\max} = 60.4 \text{ kNm}$$

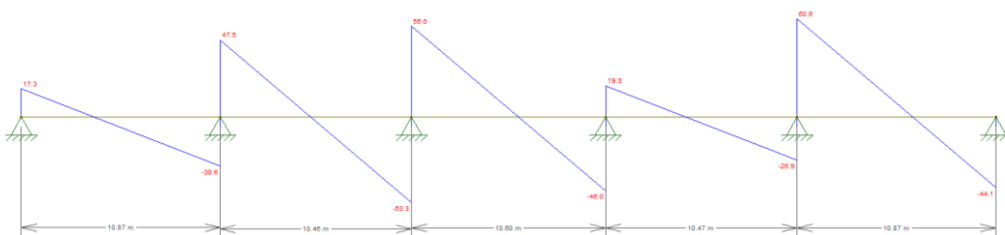
Condizione di carico 4 - Schema 4



Schema di carico

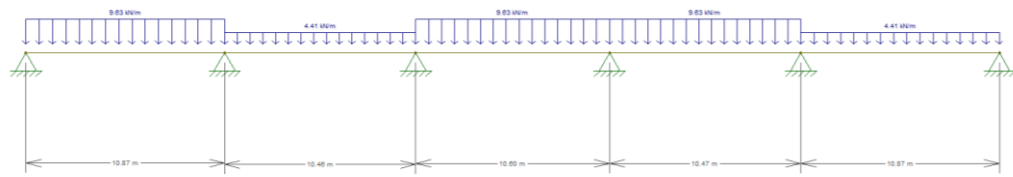


$$M_{\max} = 100.8 \text{ kNm} - M_{\min} = 102.9 \text{ kNm}$$

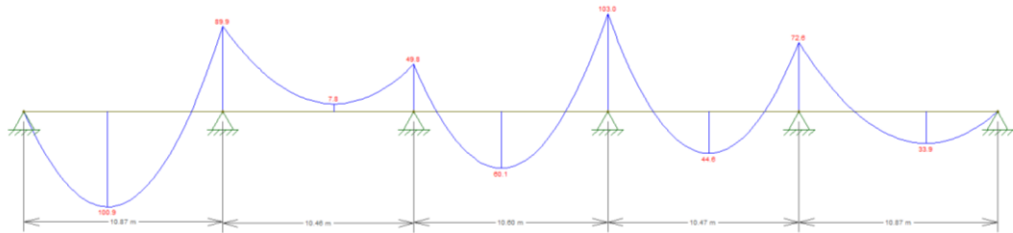


$$T_{\max} = 60.6 \text{ kNm}$$

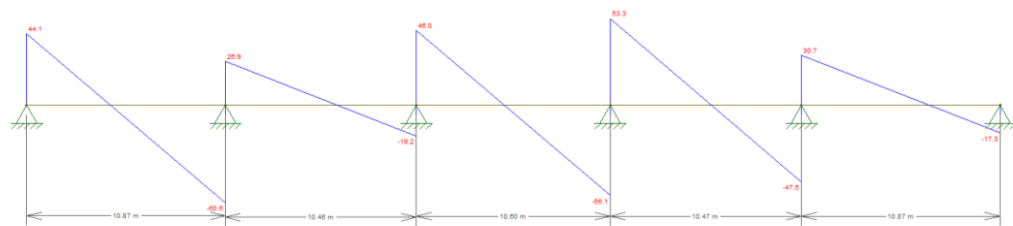
Condizione di carico 5 - Schema 5



Schema di carico

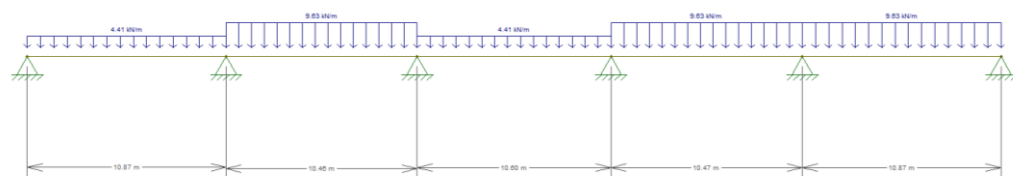


$$M_{\max} = 100.9 \text{ kNm} - M_{\min} = 103.0 \text{ kNm}$$

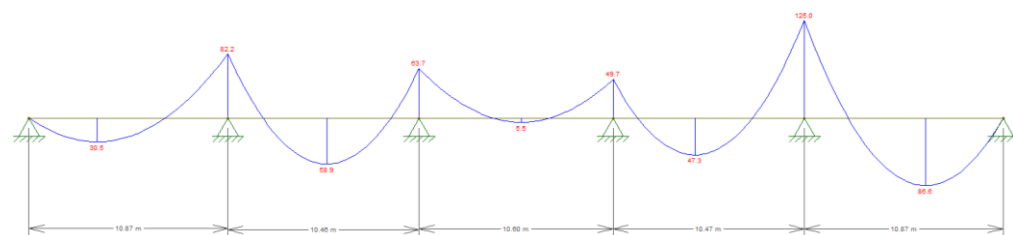


$$T_{\max} = 60.6 \text{ kNm}$$

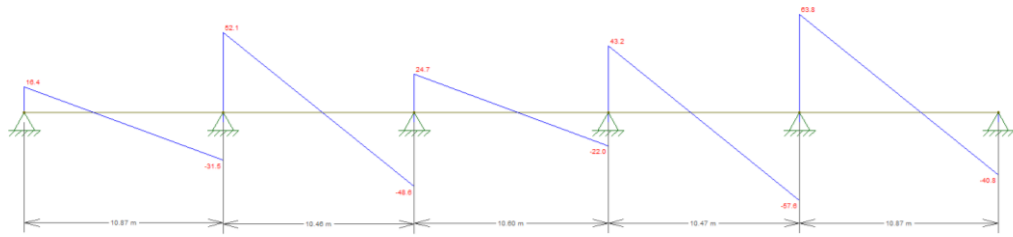
Condizione di carico 6 - Schema 6



Schema di carico



$$M_{\max} = 86.6 \text{ kNm} - M_{\min} = 125.0 \text{ kNm}$$



$$T_{\max} = 63.8 \text{ kNm}$$

Nella tabella seguente, sono riportate le sollecitazioni di verifica (involuppi):

	M_{\max} [kNm]	M_{\min} [kNm]	T_{\max} [kN]
Sezione doppio T	102.0	125.0	63.8

La verifica della sezione è stata condotta utilizzando il programma di calcolo EC2 e condotta assumendo:

- Diagramma calcestruzzo sforzi-deformazioni descritto da:
calcestruzzo: diagramma parabola-rettangolo $\alpha = 0,85$
 $\gamma_c = 1,60$ $\epsilon_{c1} = 2,0 \%$ $\epsilon_{cu} = 3,5 \%$.
- Diagramma acciaio sforzi-deformazioni elastico-perfettamente plastico, descritto da:
 $\gamma_s = 1,15$
- Classe di resistenza del calcestruzzo: C25/30
- Tipo di acciaio: B450C

Verifica a Flessione

Sezione a I (doppio T) altezza $h = 90 \text{ cm}$

Momento di calcolo massimo negativo:

$$M_{sd} = -125,0 \text{ KNm}$$

Momento Resistente:

$$M_{Rd} = -809,3 \text{ KNm}$$

Momento di calcolo massimo positivo:

$$M_{sd} = 102,0 \text{ KNm}$$

Momento Resistente:

$$M_{Rd} = 809,3 \text{ KNm}$$

La sezione risulta pertanto verificata.

Verifica a Taglio

Sezione a I (doppio T) altezza $h = 90$ cm

Taglio di calcolo:

$$V = 63,8 \text{ kN}$$

Valori resistenti del taglio:

$$V_{Rd1} = 72,2 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 532,0 \text{ kN}$$

Non occorre armatura (vedi valori minimi)

Sezione verificata

20.1.1. Verifica Soletta superiore del solaio

Di seguito infine si riporta la verifica della soletta superiore del solaio. Tale soletta, di lunghezza 2.00mt e spessore 0.15mt, è stata, a vantaggio di sicurezza, considerata appoggiata-appoggiata e sottoposta ai seguenti carichi:

$$G_1 = 0.15 \times 1.00 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

$$G_2 = 3.20 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

Che producono un momento massimo pari a:

$$M_{\max} = 1/8 \times q \times l^2 = 1/8 \times (1.3 \times 3.75 + 1.5 \times 3.20 + 1.5 \times 2.00) \times 2.00^2 = 6.34 \text{ kNm}$$

La verifica della sezione è stata condotta utilizzando il programma di calcolo EC2; si evidenzia che la soletta è armata superiormente da $\Phi 16/15$ ed inferiormente da $\Phi 12/15$ e nell'anima sono presenti staffe $\Phi 8/15$. La verifica è condotta assumendo:

- Diagramma calcestruzzo sforzi-deformazioni descritto da:
calcestruzzo: diagramma parabola-rettangolo $\alpha = 0,85$
 $\gamma_c = 1,60$ epsilon limite $\epsilon_{c1} = 2,0 \%$. $\epsilon_{cu} = 3,5 \%$.
- Diagramma acciaio sforzi-deformazioni elastico-perfettamente plastico, descritto da:
 $\gamma_s = 1,15$
- Classe di resistenza del calcestruzzo: C25/30
- Tipo di acciaio: B450C

Verifica a flessione

La verifica è condotta a flessione considerando una sezione rettangolare nominale descritta dalla seguente geometria:

$$b = 100 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Momento di calcolo:

$$M_{sd} = 6,3 \text{ KNm}$$

Momento ultimo resistente:

$$M_{Rd} = 60,9 \text{ KNm}$$

Asse neutro $x = 2,6 \text{ cm}$

Ne risulta pertanto:

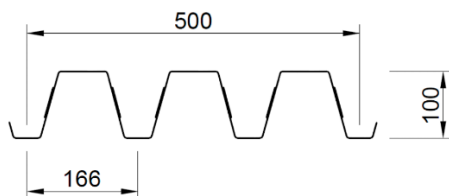
$$M_{sd}/M_{Rd} = 0,1041$$

La sezione risulta pertanto verificata.

20.2. Verifica Solaio in lamiera grecata (Solaio TIPO)

Il solaio è previsto realizzato in lamiera grecata del tipo *SAND 100 cls*, che presenta particolari impronte che la rendono perfettamente collaborante con il calcestruzzo, impedendone sia lo scorrimento che il distacco verticale. La geometria del solaio presenta una altezza complessiva pari a 14cm ottenuta dalla somma dell'altezza complessiva della lamiera, pari a 10cm, e quella della soletta di completamento pari a 4cm. La soletta in c.a. è prevista armata con rete $\phi 8$ a maglie quadre 10x10cm.

La geometria e le caratteristiche meccaniche della lamiera sono descritte come segue:



S	J_y	W_{e,inf}	W_{e,sup}	W_p
mm	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	cm ³ /m
0,8	195,93	42,45	36,39	48,53

Ai fini delle verifiche si considera uno schema statico di trave continua su tre appoggi, descrittiva delle reali dimensioni di ogni lamiera grecata, di luci 2,62m. Nelle fasi transitorie la lamiera è prevista puntellata. Pertanto, i carichi saranno completamente assorbiti dalla sezione composta lamiera-calcestruzzo.

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agente sul solaio a metro quadro:

- Peso proprio a metro quadro degli elementi strutturali: G₁

$$G_1 = 2,14 \text{ kN/m}^2$$

- Carichi permanenti portati: G₂

$$G_2 = 1,60 + 0,40 + 1,20 + 0,5 = 3,70 \text{ kN/m}^2$$

– Carichi accidentali: Q_k

$$Q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Il valore del carico di combinazione utilizzato per le verifiche è pertanto il seguente:

$$G_1 \times 1,3 + G_2 \times 1,5 + Q_k \times 1,5 = 11,33 \text{ kN/m}^2$$

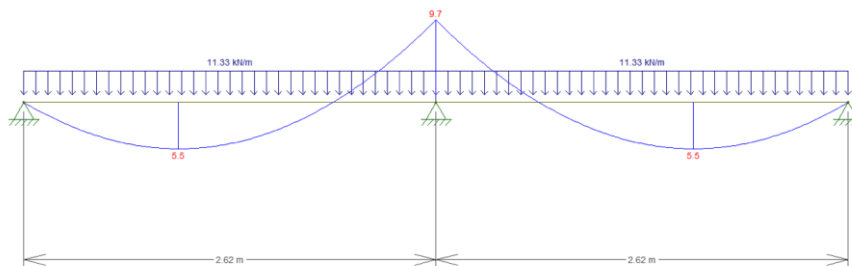
- Classe di resistenza del calcestruzzo: C25/30
- Tipo di acciaio: B450C
- Tipo di acciaio lamiera: Acciaio lamiera S280GD (Prestazioni meccaniche equivalenti al tipo S235)

Tabella C11.1

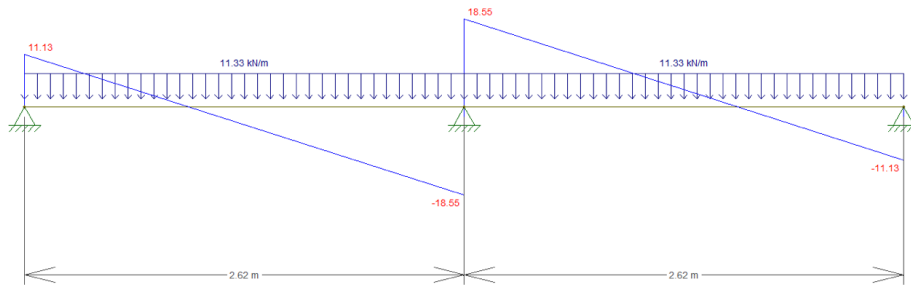
Tipo di acciaio	Norma di riferimento	Qualità degli acciai	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
Nastri e lamiera di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.	UNI EN 10326	S250GD+Z	250	330
		S280GD+Z	280	360
		S320GD+Z	320	390
		S350GD+Z	350	420
Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.	UNI EN 10149-2	S 315 MC	315	390
		S 355 MC	355	430
		S 420 MC	420	480
		S 460 MC	460	520
Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.	UNI EN 10149-3	S 260 NC	260	370
		S 315 NC	315	430
		S 355 NC	355	470
		S 420 NC	420	530

Verifiche di Resistenza

L'applicazione del suddetto carico sullo schema statico descritto, comporta le seguenti sollecitazioni:



Sollecitazione Flettente



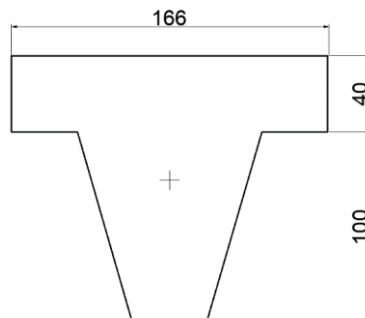
Sollecitazione Tagliante

Le sollecitazioni massime valgono:

$$M_{sd,max} \quad 9,70 \text{ kNm} \quad M_{sd,min} \quad -5,5 \text{ kNm}$$

$$V_{sd,max} \quad 18,55 \text{ kN}$$

Di seguito si riportano le verifiche a flessione e taglio, riconducendo la sezione composta ad una sezione in c.a. descritta dalle seguenti caratteristiche geometriche. In particolare per le verifiche si utilizza lo schema di una trave di sezione in c.a. a geometria variabile in cui la lamiera grecata è considerata attraverso la sua area trasversale concentrata nel baricentro della sezione di quest'ultima.



per tale geometria risultano le seguenti armature equivalenti superiori ed inferiori:

$$A_{sup} = \left(\frac{0,5 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm}} \right) \cdot 16,6 \text{ cm} = 0,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{inf} = 2,517 \text{ cm}^2$$

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : **Solaio con Lamiera Grecata**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b sup [cm]	b inf [cm]	h [cm]
1	16,545	16,545	4
2	9,668	3,942	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,517	9
2	0,83	2

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

o cm Col. modello

Precompresso

Materiali

S280GD+Z C25/30

ϵ_{su} % ϵ_{c2} %

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ϵ_{syd} % $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c %

ϵ_s %

d cm

x w/d

δ

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Solaio con Lamiera Grecata

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	h sup [cm]	b inf [cm]	h [cm]
1	16,545	16,545	4
2	9,668	3,942	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,517	9
2	0,83	2

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

Materiali

S280GD+Z C25/30

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}

σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x w/d

δ

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

o cm Col. modello

Precompresso

Come si osserva, le verifiche sono soddisfatte.

Verifica di deformabilità

Considerando la sezione omogeneizzata rispetto al calcestruzzo ed inoltre lo schema statico peggiore di trave appoggiata-appoggiata, la freccia massima prodotta dai carichi complessivi si calcola come:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI} = 0,007 \text{ cm} < f_{lim} = \frac{l}{200} = 1,31 \text{ cm}$$

Per i carichi accidentali, la freccia massima vale invece:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q_k l^4}{EI} = 0,001 \text{ cm} < f_{lim} = \frac{l}{500} = 0,524 \text{ cm}$$

Pertanto il solaio risulta verificato.

Verifica a taglio

La resistenza a taglio è affidata alla soletta di cls che nelle condizioni di fatto si valuta come:

$$V_{V,Rd} = b_o \cdot d_p \cdot \tau_{Rd} \cdot k_V \cdot (1,2 + 40\rho)$$

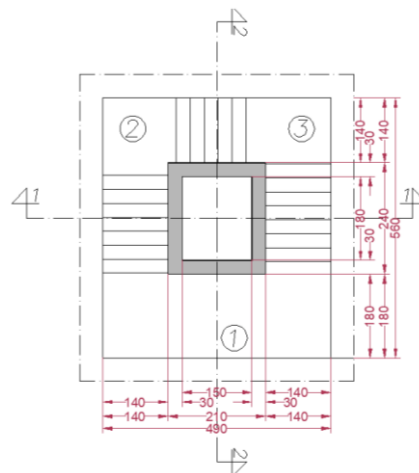
$$V_{V,Rd} = 68 \cdot 90 \cdot 0,3 \cdot 1,51 = 3326,83 \text{ N/nervatura}$$

$$V_{Rd} = \frac{3,32 \cdot 1000}{166} = 20,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > V_{Sd} = 18,55 \text{ kN}$$

Pertanto il solaio risulta verificato.

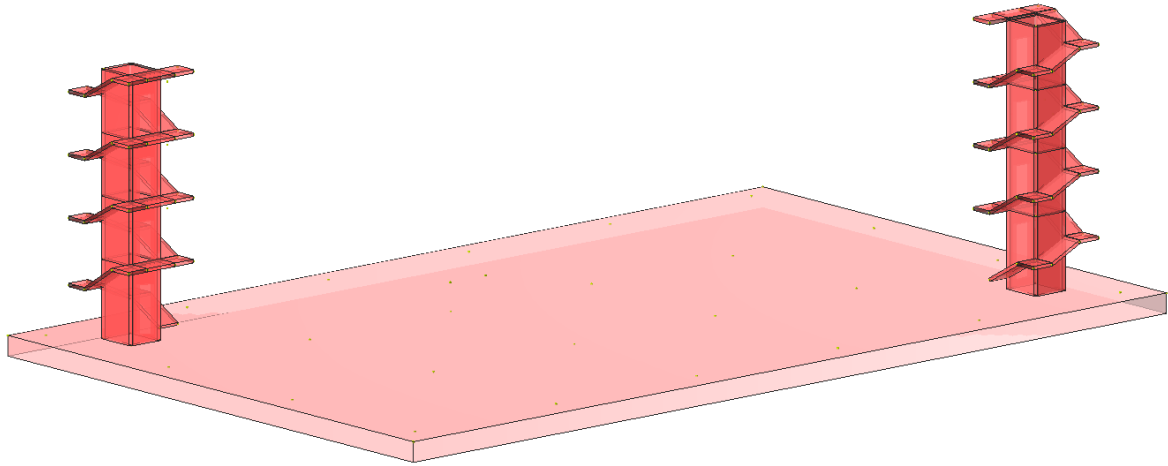
21. SCALE

Le scale della struttura isolata alla base sono realizzate, come detto, giuntate alla struttura in elevazione per mezzo di un nucleo di controvento da cui si aggettano gli scalini ed i pianerottoli. Di seguito, a titolo di esempio, si riporta la carpenteria vano scala del piano tipo.



Carpenteria scala piano tipo

Rimandando ai tabulati di calcolo allegati ed alla relazione di sintesi sui principali risultati ottenuti, si riportano di seguito il modello di calcolo e le principali deformazioni che impegnano tali elementi.



Modello di calcolo scala

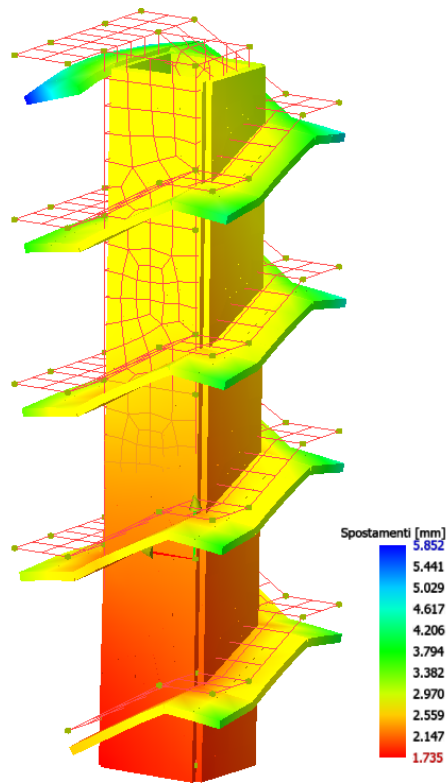


Diagramma deformata in condizione di carico Posizione Massa n.1

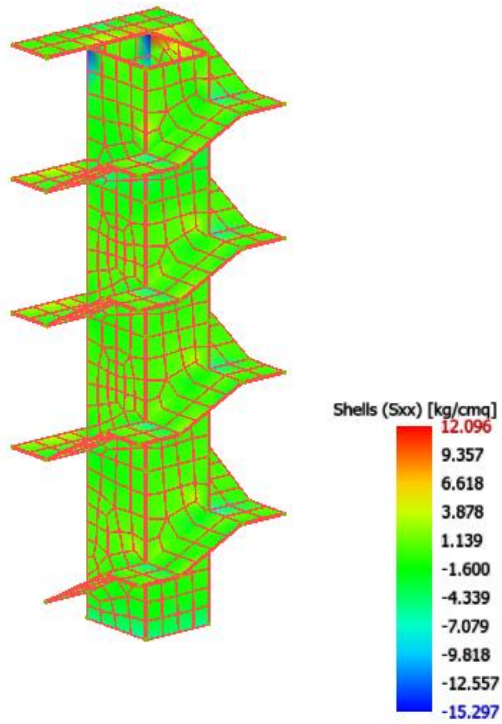


Diagramma sollecitazioni Sxx in condizione di carico Posizione Massa n.1

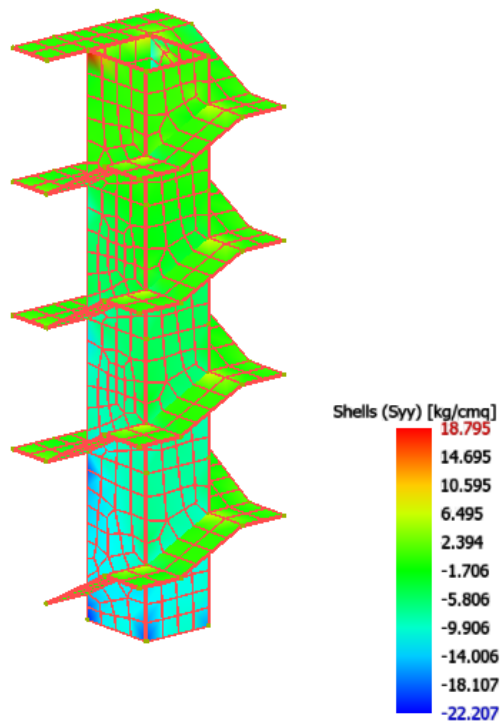


Diagramma sollecitazioni Syy in condizione di carico Posizione Massa n.1

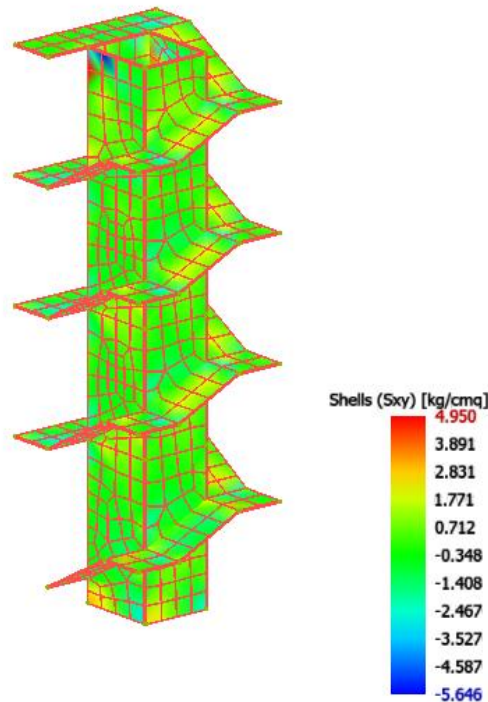


Diagramma sollecitazioni Sxy in condizione di carico Posizione Massa n.1

Si rimanda ai tabulati di calcolo per il dettaglio delle analisi condotte e delle verifiche svolte sugli elementi che costituiscono le scale.

22. ELEMENTI NON STRUTTURALI – CRITERI PRESTAZIONALI

Gli elementi non strutturali, quali impianti, tompagni e tramezzi, sono progettati in accordo ai punti 7.2.3 e 7.2.4 delle NTC2018 prevedendo un'azione orizzontale F_a pari a:

$$F_a = S_a \times W_a / q_a$$

Essendo S_a , W_a e q_a rispettivamente l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, il peso dell'elemento oggetto di verifica ed il fattore di comportamento dell'elemento stesso.

Pertanto, ai fini della stabilità è previsto l'impiego di agganci e supporti in grado di prevenire l'espulsione degli elementi non strutturali sotto le azioni sismiche F_a suddette; per la verifica di funzionalità è invece previsto l'impiego di sistemi non strutturali in grado di mantenere la completa funzionalità sotto l'accelerazione di progetto.

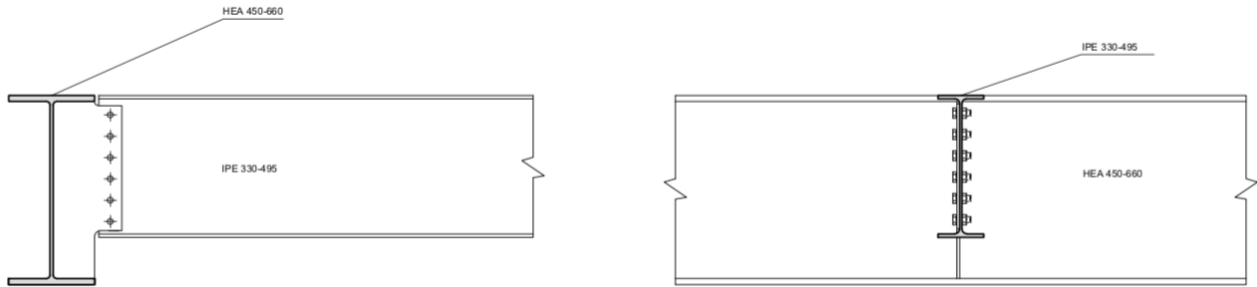
Gli elaborati architettonici ed impiantistici esecutivi descrivono i dettagli esecutivi atti ad assicurare tali livelli prestazionali.

Per le verifiche si rimanda alla specifica relazione di calcolo.

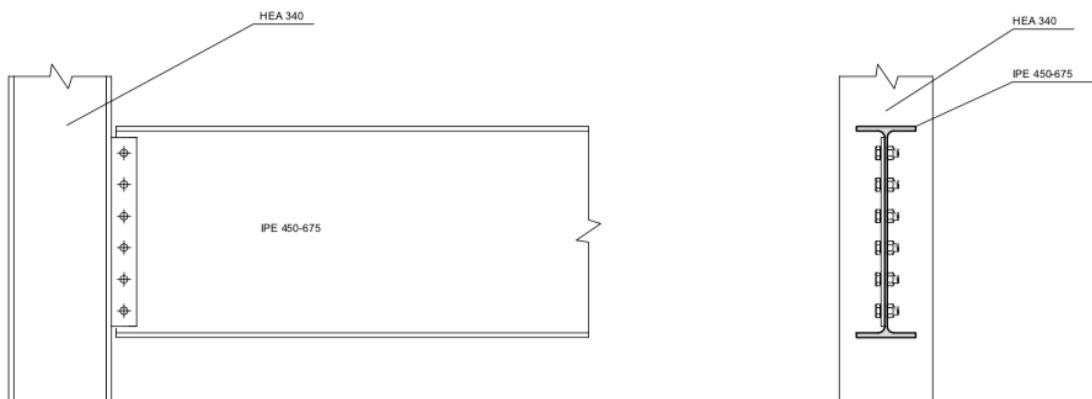
23. COLLEGAMENTI

Gli elementi strutturali principali in carpenteria metallica che compongono la struttura sono collegati mediante nodi cerniera (trave-colonna e trave-trave) e nodi incastro (colonna-colonna e colonna-solaio in c.a.). Di seguito si riportano tutte le tipologie di collegamenti previste ed i modelli realizzati per le verifiche.

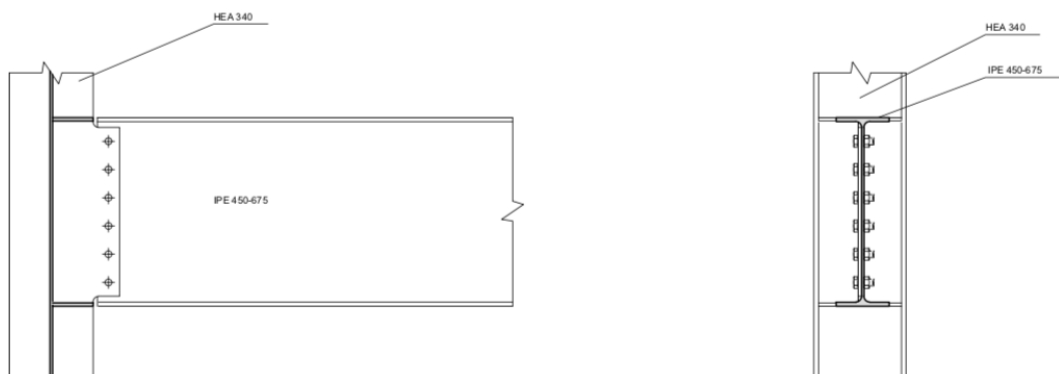
Nodo Trave IPE 330-495 – Trave HEA 450-660



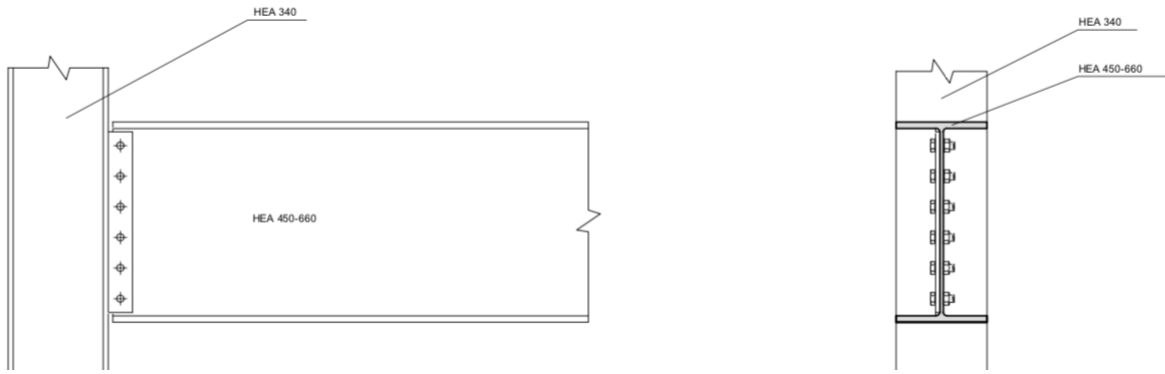
Minimo coefficiente di sicurezza:



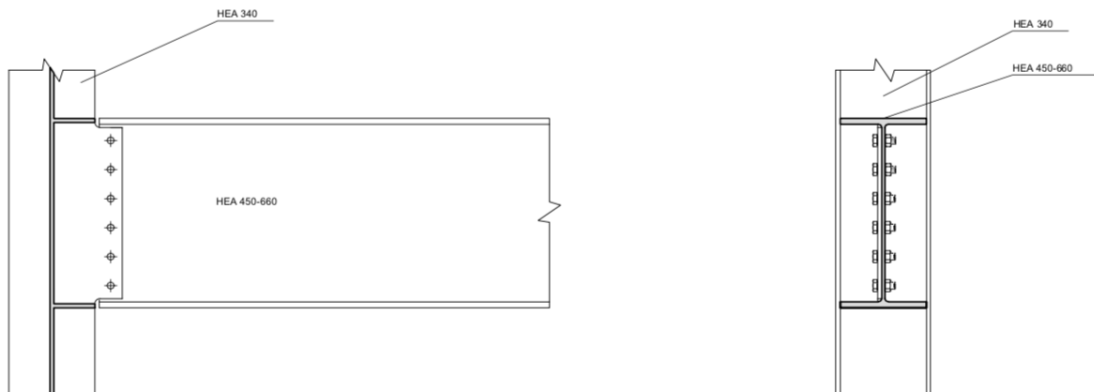
Nodo Trave IPE 450-675 – Colonna HEA 340



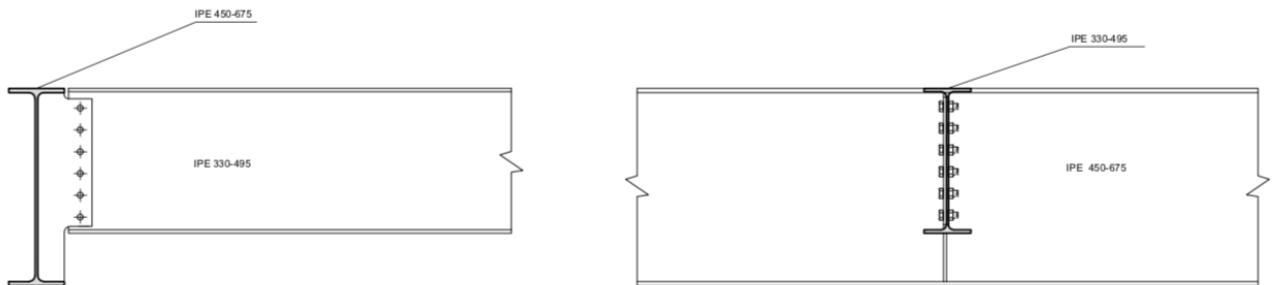
Nodo Trave IPE 450-675 – Colonna HEA 340



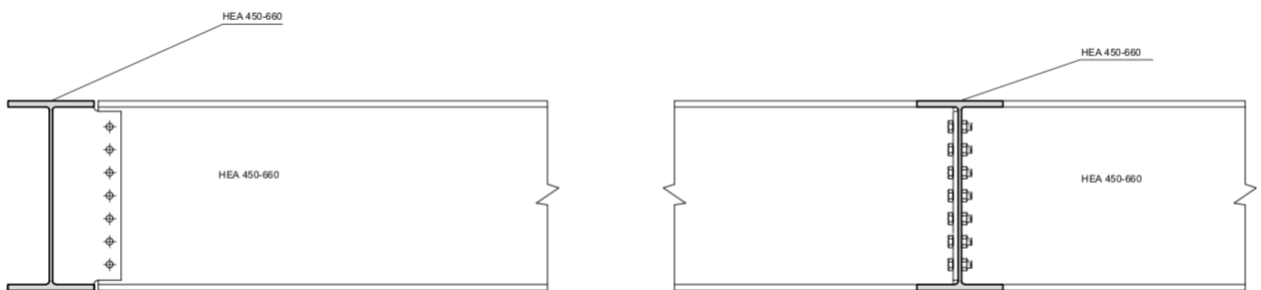
Nodo Trave HEA 450-660 – Colonna HEA 340



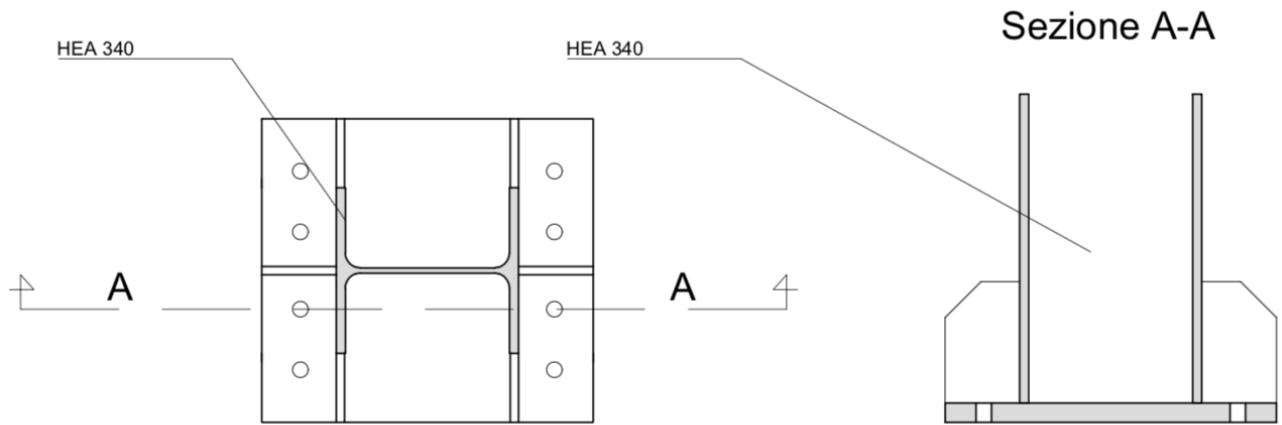
Nodo Trave HEA 450-660 – Colonna HEA 340



Nodo Trave IPE 330-495 – Trave IPE 450-675



Nodo Trave HEA 450-660 – Trave HEA 450-660



Collegamento Colonna HEA 340 – Solaio in c.a.

Si rimanda ai tabulati di calcolo per i risultati delle verifiche, da cui risultano tutte soddisfatte.