



COMUNE DI DERUTA

menichelli Architettura
Ingegneria
Studio Tecnico di Progettazione - Assisi

committente:

Comune di Deruta

- architettonica
- urbanistica
- design
- strutturale
- impiantistica
- topografia

In ASSISI

Fraz. S.Maria degli Angeli, via Raffaello

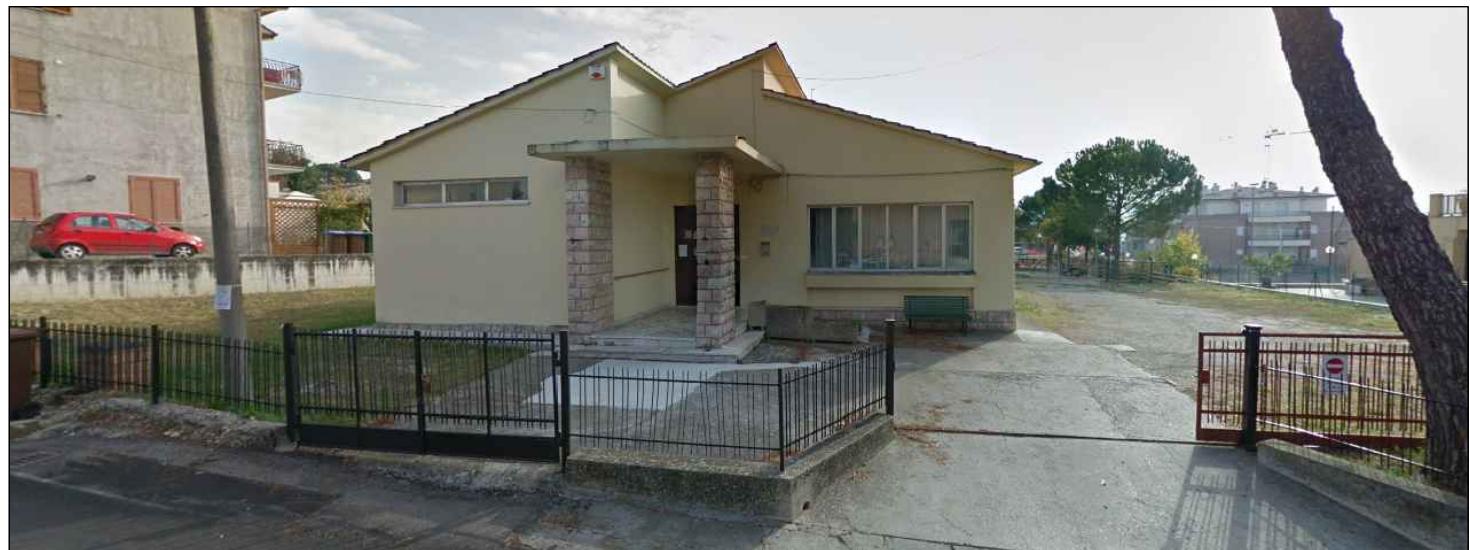
telefono e fax 075/8042656

E-mail: studiomenichelli@gmail.com

viale Ripabianca, Deruta

progetto:

Sisma 24.08.2016 e successivi. Ordinanza del Commissario del Governo per la Ricostruzione nr. 129 del 13/12/2022
Demolizione e ricostruzione ex scuola elementare in frazione Ripabianca



oggetto:

tavola n.

RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

RGS

scala: -

data: ottobre 2023

progettisti:

Ingegnere Giacomo Menichelli

Architetto Simone Menichelli

Geom. Andrea Ranucci

Geol. Simone Sforza

Ing. Lorenzo Binucci

aggiornamenti

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE	4
2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
2.1	CALCESTRUZZO	6
2.2	ACCIAIO.....	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	12
4	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOLOGICO DEL SITO	13
4.1	STRATIGRAFIA	13
5	STRUTTURA IN ACCIAIO TRIDIMENSIONALE	28
5.1	IPOTESI DI CALCOLO E VERIFICHE	29
5.2	ANALISI DEI CARICHI.....	33
5.2.1	<i>CARICHI PERMANENTI</i>	33
<i>F.1.4 Sbalzo marciapiede piano terra:</i>	36	
<i>F.1.5 Tamponature perimetrali a secco piano terra:</i>	37	
<i>F.1.6 Valutazione carico neve:</i>	38	
<i>F.1.7 Valutazione carico vento:</i>	38	
5.2.2	<i>AZIONE SISMICA</i>	43
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
5.4	VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI.....	64
5.4.1	<i>VERIFICA DI DEFORMABILITA' DELLE TRAVI PRINCIPALI INFLESSE (SLE)</i>	64
5.4.2	<i>VERIFICA DI DEFORMABILITA' LATERALE DEI PILASTRI (SLE)</i>	67
5.4.3	<i>VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI D'INTERPIANO (SLD)</i>	68
5.4.4	<i>VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI D'INTERPIANO (SLO)</i>	69
5.4.5	<i>VERIFICA ASTE IN ACCIAIO.....</i>	71
5.5	VERIFICA SOLETTA DEL MARCIAPIEDE IN C.A.....	73
5.5.1	<i>Progetto e verifica del solaio di piano terra, primo e secondo con Luce 5,25 m:</i>	76
5.6	VERIFICA DELLA LAMIERA DI COPERTURA.....	80
<i>Analisi dei carichi:</i>	80	
5.9	<i>Verifica dell'aggancio trave HEA140 trave HEA160 bullonato telai asse X.....</i>	82

5.10	VERIFICA UNIONE CONTROVENTI VERTICALI DI FALDA.....	86
5.11	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	87
5.11.1	<i>Qpunta: RESISTENZA ALLA PUNTA.....</i>	90
5.11.2	<i>Qlater: RESISTENZA LATERALE.....</i>	91
5.11.3	<i>Pattr_neg: CARICO DA ATTRITO NEGATIVO</i>	92
6	RISULTATI DELLE ANALISI CONDOTTE.....	94
6.1	VERIFICA DEI CEDIMENTI.....	101
6.2	VERIFICA STR PALI FONDAZIONE.....	104

FASCICOLO DI CALCOLO

RELAZIONE GENERALE STRUTTURA E VERIFICA COLLEGAMENTI

RELAZIONE SU PALI DI FONDAZIONE STR

RELAZIONE SU PAI DI FONDAZIONE GEO

CONSIDERAZIONI SULL'INTERVENTO

L'edificio esistente presenta un livello di sicurezza sismico basso e una vulnerabilità alta, in quanto non presenta murature distribuite in modo equilibrato, assenza di collegamenti efficaci fra i diversi elementi constituenti la “scatola muraria”, poiché concepito negli anni in cui ancora non si conoscevano sia normativamente che costruttivamente le strategie antisismiche sviluppate in seguito.

A seguito dell'elaborazione del progetto si è potuto constatare che l'intervento di adeguamento sismico dell'edificio esistente risulta economicamente non vantaggioso, in quanto si devono progettare interventi che rivoluzionano il comportamento sismico dell'edificio, come ad esempio la realizzazione di nuove murature di controvento dalle nuove fondazioni fino in copertura, interventi sulla muratura esistente per aumentarne le capacità resistenti e di duttilità, la demolizione e ricostruzione della struttura di copertura.

Si è valutata la convenienza dell'operazione di demolizione e ricostruzione in termini di costo ma soprattutto del risultato (rapporti costi-benefici) garantendo l'invarianza di spesa rispetto al valore originario.

1 DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

Il Comune di Deruta intende realizzare un centro polifunzionale avente valenza comprensoriale presso la ex scuola di Ripabianca.

Nell'area è presente un edificio originariamente destinato a scuola primaria a servizio della frazione di Ripabianca.

La scelta progettuale è stata quella di demolire l'edificio esistente posto su un livello fuori terra, in favore di una nuova struttura ad un solo piano dimensionata secondo le effettive esigenze funzionali e nel limite del finanziamento messo a disposizione.

Descrizione dell'intervento:

– Il contesto

L'area di pertinenza, a seguito dei lavori di sbancamento eseguiti all'epoca di costruzione dell'edificio esistente è quasi pianeggiante

- Scelte progettuali

Il principio ispiratore del progetto del nuovo edificio è stato quello di avere un organismo edilizio avente la massima flessibilità funzionale in relazione alle varie esigenze che possono presentarsi nel corso degli anni ed in particolare anche alle esigenze ed usi della collettività.

Tale impostazione ha condizionato la distribuzione planimetrica e l'aspetto architettonico dell'edificio.

La copertura dell'edificio è ad unica falda.

L'accesso all'edificio è garantito su due lati, proprio per facilitare un eventuale utilizzo funzionale separato.

Il piano di calpestio dell'edificio è posto ad una quota rialzata rispetto al piano dell'area di pertinenza.

La struttura della nuova costruzione è stata pensata e dimensionata in acciaio con telai tridimensionali che si incastrano su fondazioni in conglomerato cementizio armato. Sono presenti controventi di falda e parete in quantità necessaria a garantire il trasferimento delle sollecitazioni dalla sovrastruttura fino in fondazione. Al piano terra è presente un solaio in predalles completato in opera che si incassa all'estradosso delle travi a quota campagna, che a loro volta scaricano su fondazioni indirette su pali.

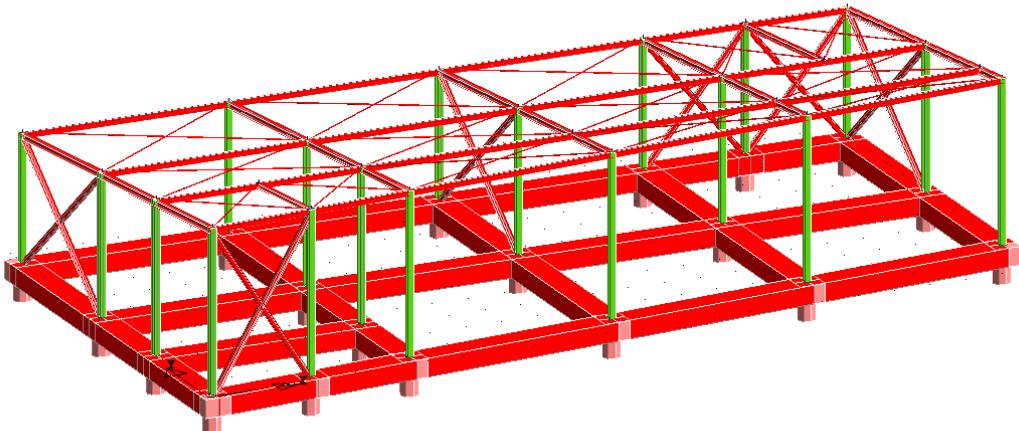


Fig.1 Modello strutturale

- *Finiture esterne:*

Le tamponature esterne dell'involucro edilizio saranno di tipo a secco, aventi bassa massa sismica e che garantiscano la non interferenza con i telai strutturali principali in acciaio.

La copertura è prevista a secco con la presenza di lamiera grecata che chiude orizzontalmente con sovrapposti vari elementi coibentanti, il tutto per terminare con il manto di copertura realizzato anch'esso in lamiera.

La scelta del sistema costruttivi dell'involucro è stato quello di limitare la massa degli elementi e la facilità della loro eventuale riparazione o sostituzione.

- *Materiali:*

Nella costruzione dell'edificio sono utilizzati prevalentemente i seguenti materiali:

- acciaio tipo S275J per pilastri e travi della struttura portante (HEA – IPE.- UPN – piastrelle tiranti);
- acciaio S280GD per lamiera grecata per solaio portante piano terra e solaio di copertura a “secco”;
- acciaio in barre B450C per cemento armato in opera;
- calcestruzzo per fondazioni C25/30

I calcoli sono stati sviluppati con l'ausilio dei codici di calcolo CDS prodotto dalla STS.

I calcoli e le verifiche sono stati svolti agli stati limite ultimi nel rispetto delle norme riportate nei successivi capitoli.

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

2.1 CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016. Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo ai fini del controllo (secondo le prestazioni), se possiede le medesime caratteristiche prestazionali (classe di resistenza e classe di esposizione).

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge 26 maggio 1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055.

"Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1."

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

MAGRONE DI FONDAZIONE: Calcestruzzo in classe di resistenza C12/15

Dosatura:	- Ghiaia	0,80 m ³ /m ³
	- Sabbia	0,40 m ³ /m ³
	- Cemento tipo 325	2,50 ql/m ³
	- Acqua	125 lt/m ³

Inerti:	- ben assortiti granulometricamente - lavati e non gelivi - non friabili - scevri da sostanze organiche e salsedine
---------	--

Acqua per gli impasti:	- priva di solfati e cloruri - priva di sostanze organiche in essa sospese
------------------------	---

TRAVI DI FONDAZIONE solette elevazione: Calcestruzzo in classe di resistenza C25/30

Dosatura:	Ghiaia m ³ /m ³ 0,80	Sabbia m ³ /m ³ 0,40	Cemento tipo 325 ql/m ³ 4,00	Acqua lt/m ³ 175,00	a/c 0,44
-----------	--	--	---	--------------------------------------	-------------

Inerti:

- ben assortiti granulometricamente
- lavati e non gelivi
- non friabili
- svari da sostanze organiche e salsedine

Acqua per gli impasti:

- priva di solfati e cloruri
- priva di sostanze organiche in essa sospese

Classificazione UNI EN 206-1: 2006	Classe di esposizione ambientale	XC2
	Ambiente di esposizione	Bagnato, raramente secco
	Esempi di condizioni ambientali	Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni
	Rapporto acqua / cemento massimo	0,6
	Contenuto minimo di cemento	2,8 ql/m ³
	Classe di resistenza minima	C25/30
	Contenuto minimo di aria	- %
	Coprifero minimo	25 mm
	Tolleranza Coprifero nominale	15 mm
		35 mm

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	250 daN/cm ²
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	300 daN/cm ²
Coeff. riduttivo della resistenza a lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0,85
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1,5
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	33 N/mm ²
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} =$	26 daN/cm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} =$	18 daN/cm ²
Modulo elastico istantaneo	$E_{cm} = 220000 (f_{cm}/10)^{0.3} =$	314758,1 daN/cm ²
Deformazione al limite elastico	$\epsilon_{c2} =$	0,002
Deformazione a rottura	$\epsilon_{cu} =$	0,0035
Coeff.	$h =$	1
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 2.25 h f_{ctk} =$	40 daN/cm ²

Valori di calcolo:	Resistenza a compressione	$f_{cd} =$	$\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c =$	142 daN/cm ²
	Resistenza a trazione	$f_{ctd} =$	$f_{ctk} / \gamma_c =$	12 daN/cm ²
	Resistenza tangenziale di aderenza	$f_{bd} =$	$f_{bk} / \gamma_c =$	27 daN/cm ²
	Resistenza tg. di aderenza in zona tesa	$f'_{bd} =$	$f_{bd} / 1.5 =$	18 daN/cm ²

2.2 ACCIAIO

ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C

BARRE E RETI ELETTROSALDATE PER C.A.:

B450C

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11 del D.M. 17/01/2018.

Le barre non dovranno presentare eccessive corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, né dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza del conglomerato (grassi, oli, terra o fango) e pertanto i fasci dei vari diametri dovranno essere scaricati in luogo asciutto.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

L'acciaio per calcestruzzo armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali si fa riferimento a quanto previsto nella UNI EN 10080:2005.

L'assemblaggio o unione di due barre d'armatura può essere effettuato mediante dispositivi, o giunzioni meccaniche, che ne garantiscano la continuità.

Tali giunzioni meccaniche devono essere marchiate, tracciabili e messe in opera in accordo alle apposite istruzioni di installazione e, qualora non marcate CE, devono soddisfare i requisiti contenuti nella norma UNI 11240-1:2018.

Le prove sulle giunzioni meccaniche devono essere eseguite in accordo alla norma UNI 11240-2:2018.

Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{y,nom} =$	4500	daN/cm ²
Tensione caratteristica di rottura nominale	$f_{t,nom} =$	5400	daN/cm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1,15	
Modulo elastico	$E_s =$	2100000	daN/cm ²
Deformazione allo snervamento	$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$	0,001863	
Deformazione ultima dell'acciaio	$\epsilon_{ud} = \frac{0,9 \cdot \epsilon_{uk}}{E_s}$	0,0675	

Valori di calcolo: Resistenza a trazione	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	3913	daN/cm ²
--	--------------------------------	------	---------------------

PROFILATI E PIASTRE:

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+.

Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A) DEL d.m. 17/01/2018, in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1090-1.

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al § 11.3.4.1, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili.

Per strutture soggette ad azione sismica, nelle zone dissipative si applicano le seguenti regole addizionali:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} e la tensione di snervamento f_{yk} deve essere maggiore di 1,10 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento media $f_{y,media}$ deve risultare inferiore ad 1,20 f_{yk} per acciaio S235 e S275, oppure ad 1,10 f_{yk} per acciai S355 S420 ed S460.

TRAVI, PILASTRI E PIASTRE:

ACCIAIO LAMINATO A CALDO CON PROFILI A SEZIONE APERTA

S275

Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk} =$	2750 daN/cm ²	per spessori t <
Tensione caratteristica di rottura nominale	$f_{tk} =$	4300 daN/cm ²	40 mm
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1,05	
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk} =$	2550 daN/cm ²	per spessori 40
Tensione caratteristica di rottura nominale	$f_{tk} =$	4100 daN/cm ²	< t < 80 mm

Valori di calcolo:	Resistenza a trazione	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	2619 daN/cm ²
--------------------	-----------------------	--------------------------------	--------------------------

SALDATURE

Si utilizzeranno saldature di I classe manuali ad arco nelle quali dovranno essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI EN ISO 2560-2007 adatti al materiale base: per gli acciai S235 e S275 devono essere impiegati elettrodi del tipo E44 di classi di qualità 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura minore di 0 °C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2017.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009 ed UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici ed UNI EN 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili.

Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

BULLONI: Bulloni a serraggio non controllato con vite classe

8,8

e dado classe

8

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni ‘non precaricate’ si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.
La classe di resistenza delle viti deve essere conforme alla UNI EN ISO 898-1:2013.

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yb} =$	6400 daN/cm ²
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tb} =$	8000 daN/cm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1,25

Valori di calcolo:	Resistenza a trazione	$f_{yd} =$	$f_{yk} / \gamma_s =$	5120 daN/cm ²
--------------------	-----------------------	------------	-----------------------	--------------------------

La classe di resistenza dei dadi deve essere conforme alla UNI EN ISO 898-2:2012.

La durezza delle rondelle deve essere 100 HV min.

Per strutture soggette ad azione sismica, nelle zone dissipative si applicano le seguenti regole addizionali:

- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- [1] *DM 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- [3] *Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici*
- [4] *UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione. prestazione. produzione e conformità” Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1*
- [5] *UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione. prestazione. produzione e conformità”*
- [6] *UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”*
- [7] *UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni. strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”*
- [8] *Istruzioni CNR – DT 207/2009 – “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”*

4 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOLOGICO DEL SITO

4.1 STRATIGRAFIA

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella relazione sulle prove di laboratorio. Si riportano di seguito i terreni su cui poggia la fondazione del fabbricato, con i parametri fisici e meccanici ad essi assegnati.

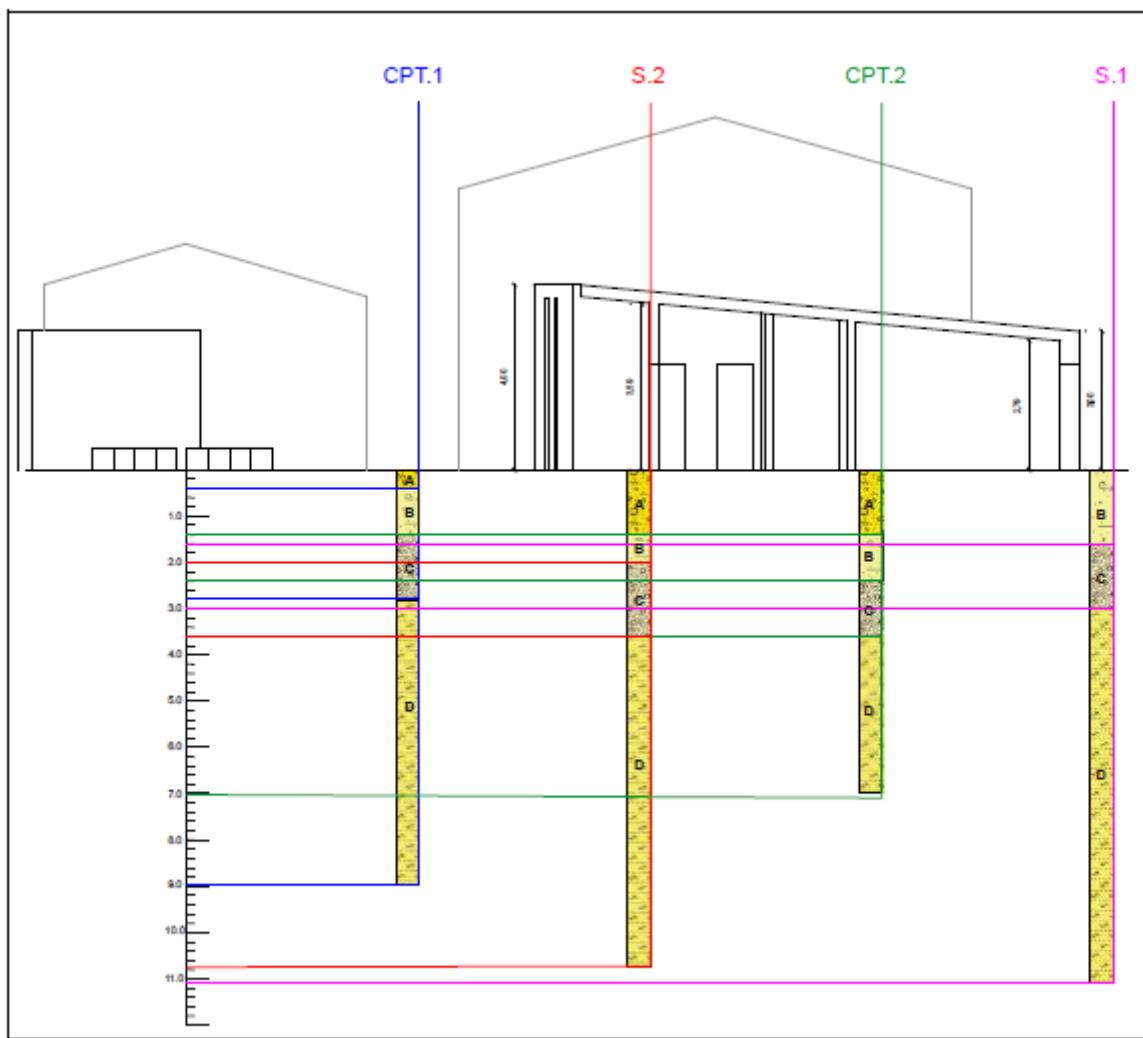


Fig. 5 – Stratigrafie indagate

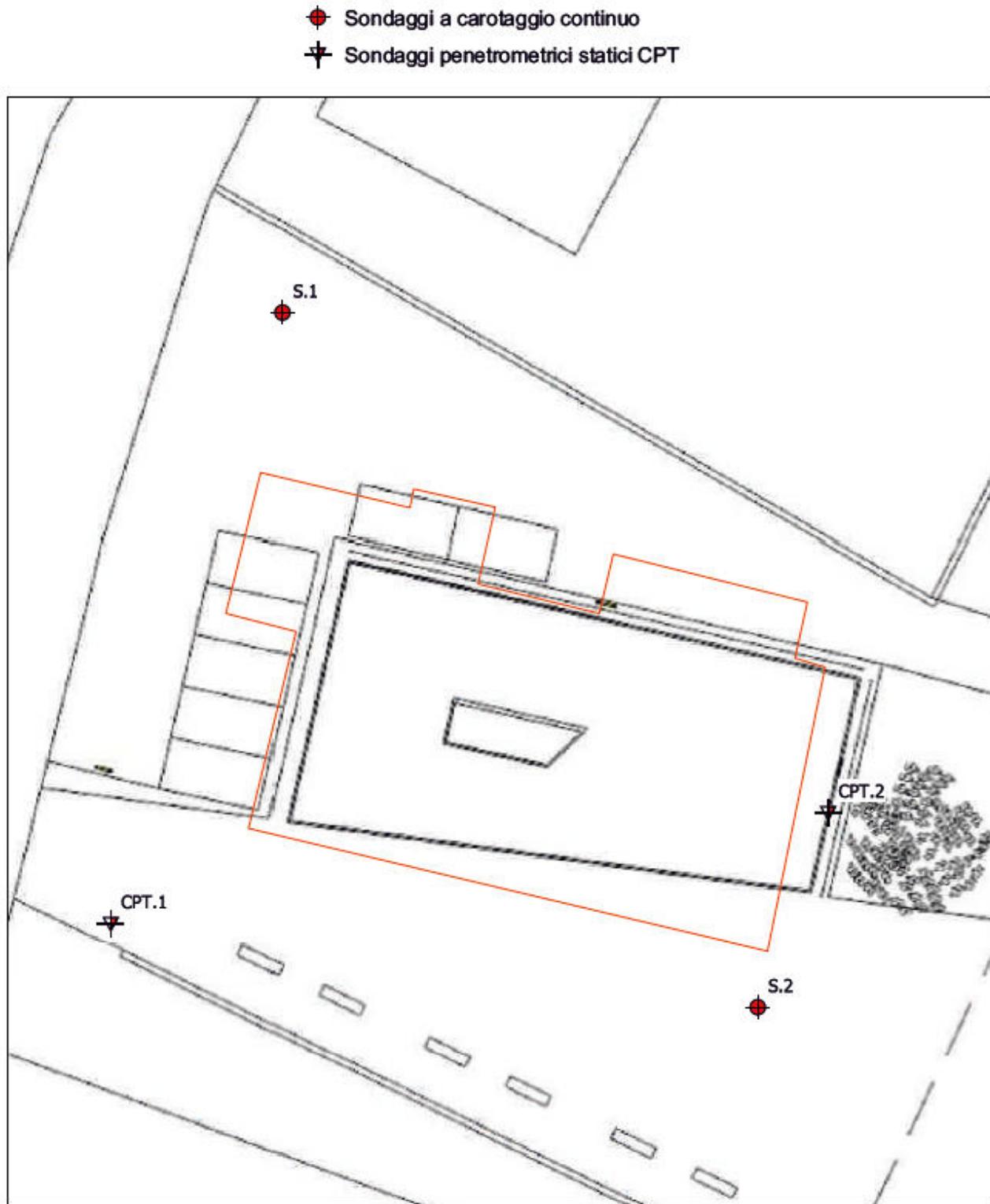
Si riporta l'individuazione dei saggi effettuati e i terreni rilevati per le varie stratigrafie secondo quanto riportato nella relazione geologica redatta dal Geol. Simone Sforza.

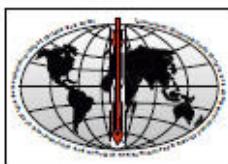
- Sondaggi a carotaggio continuo
- ◆ Sondaggi penetrometrici statici CPT
- Stendimento sismico MASW



Allegato 5

PLANIMETRIA DI PROGETTO
CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE





Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

Abo O.R. G.U.N. II
Ra Bari, 2 - 06080 Brufa di Torciano (PG)
Cell. 347/33 62235
E-mail: simone@caelinet.it

QUOTA BOCCAFORO (s.l.m.):	211.50 m	SONDAGGIO Ripabianca S.1	
DATA INIZIO PERFORAZIONE:	30.05.2023		
DATA FINE PERFORAZIONE:	30.05.2023		
IMPRESA ESECUTRICE: GEO TECHNICAL AVORI S.r.l.			
DIRETTORE LAVORI: Dr. Geol. Simone SFORZA			
COMMITTENTE: COMUNE DI DERUTA (PG)			

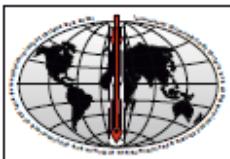
COMUNE:		Daruta (PG)	LO CALITA':	Ripartizione	ESTREMI CATASTALI:	Foglio 42 - Part. 1
SONDA:	Borletta T4f	TIPO DI PERFORAZIONE:	Carotaggio continuo	DIAMETRO:	101 mm	
Livelli Stratigrafici	Quota (m)	Profilo stratografico	Descrizione stratografica			
A			Percentuale di neopero	R.D.O %	S.P.T.	
Livello B						
0.00	0.40	Terreno vegetale etrogeneo.				
1.00	2.60	Sistema Santa Maria di Ciciliano: limi argilos giallo marrone, di bassa consistenza, con abbondanti noduli e spalmature torbose e noduli carbonatici (Holocene).				
2.00	3.80	Sistema Santa Maria di Ciciliano: sabbie giallo-argilose, giallastre, a dotti annulari eterometrici, poco elaborati (Pleistocene).				
3.00	4.00	Sistema Santa Maria di Ciciliano: limi argilos gialli a fiamme azzurre con rari noduli carbonatici sub-millimetrici, passanti sotto m. 6.0 a sabbie limo argilose giallastre, moto addensate (Pleistocene).				
4.00	12.00					
Livello D						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						
9.00						
10.00						
11.00						
12.00						
13.00						
14.00						
15.00						
16.00						
17.00						
18.00						
19.00						
20.00						

CERTIFICATO N.: S1 - Ripabianca

NOTE

IL DIRETTORE DEI LAVORI

Dr. Geol. Simone SFORNA

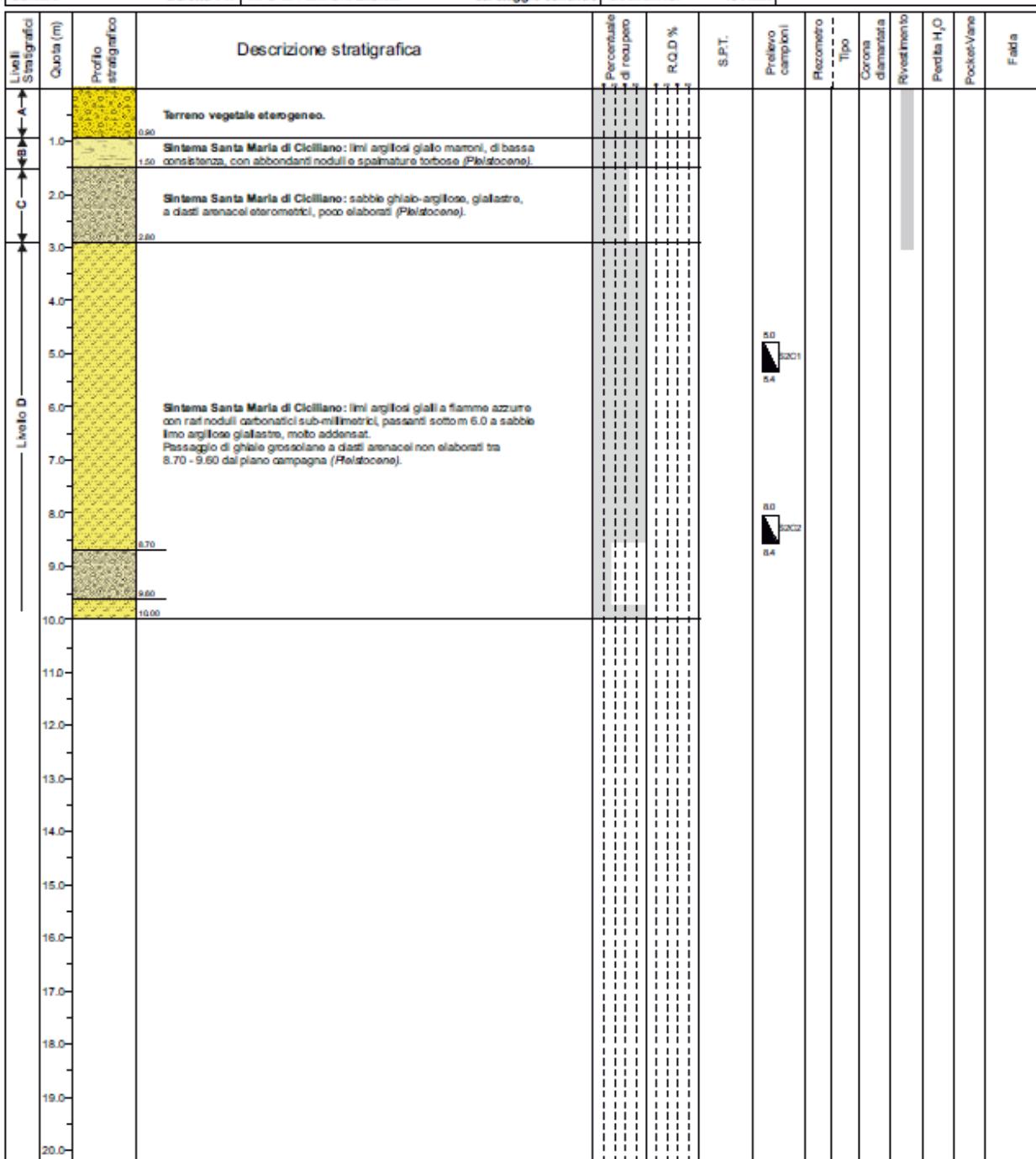


Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

*Abo O.R. G.U.n. II2
Via Ranta, 2 - 06080 Brufa di Torgiano (PG)
Cell. 347/3362235
E-mail: simonefranco@tiscali.net*

QUOTA BOCCAFORO (s.l.m.):	210.00 m	SONDAGGIO Ripabianca S.2	
DATA INIZIO PERFORAZIONE:	30.05.2023		
DATA FINE PERFORAZIONE:	30.05.2023		
IMPRESA ESECUTRICE: GEO TECHNICAL AVANTI S.r.l.			
DIRETTORE LAVORI: Dr. Geol. Simone SFORZA			
COMMITTENTE: COMUNE DI DERUTA (PG)			

COMUNE: **Dorata (PG)** **LOCALITA':** **Ripabianca** **ESTREMI CATASTALI:** **Foglio 42 - Part. 1**



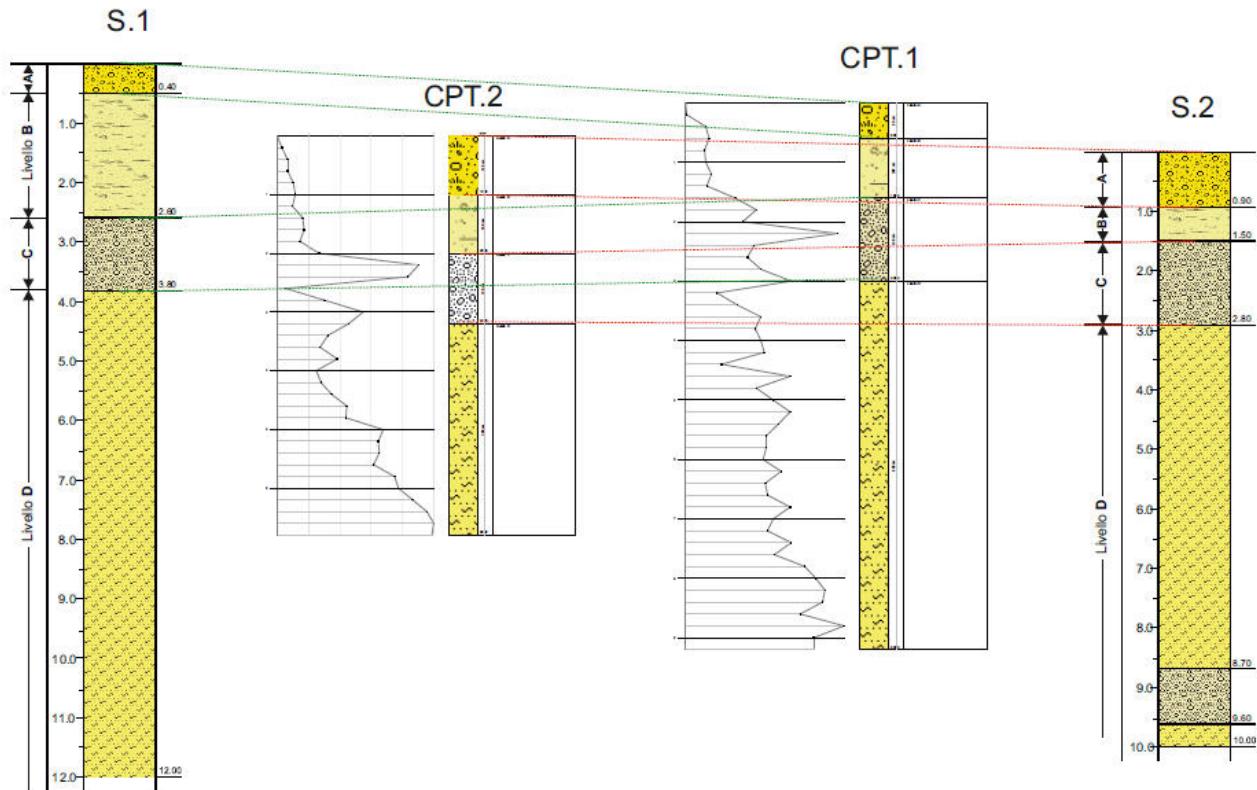
CERTIFICATO N.: S2 - Ripabianca

NOTE:-

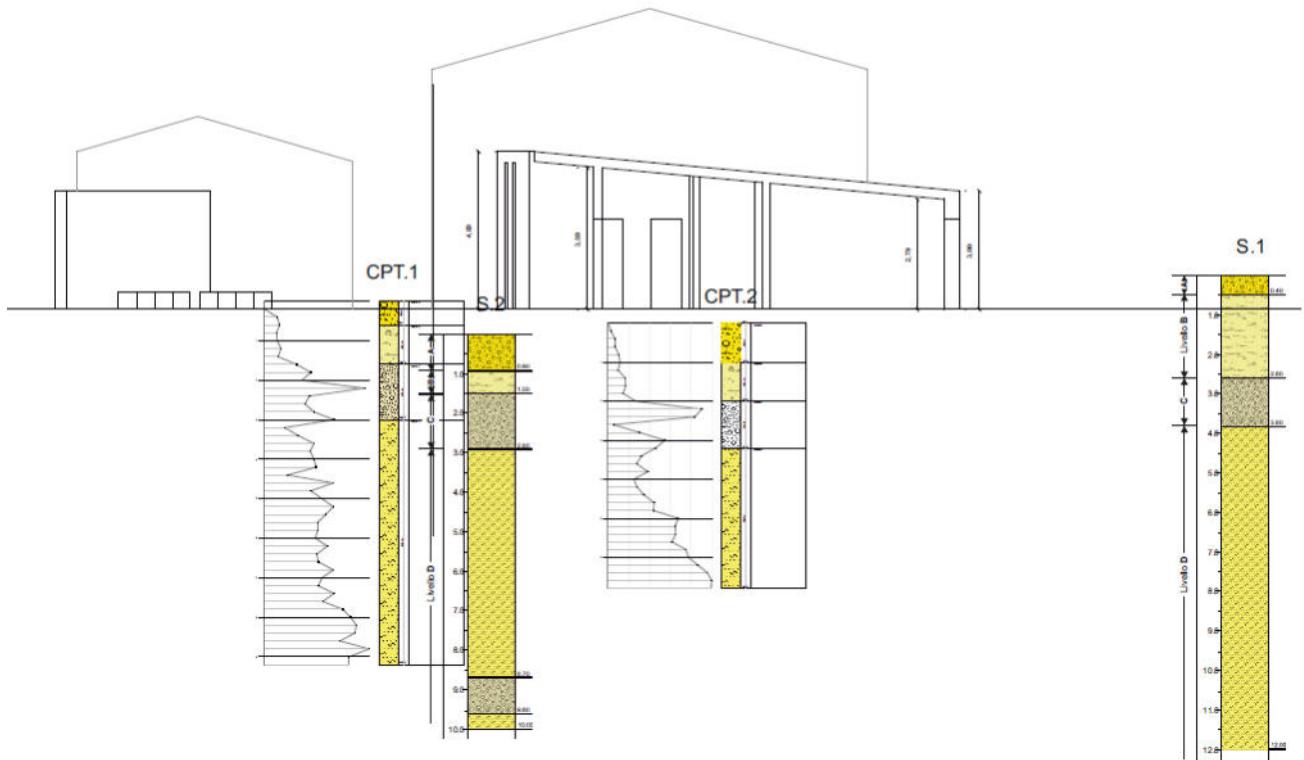
IL DIRETTORE DEI LAVORI


Dr. Geol. Simone SFORZA

SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI



SEZIONE GEOLOGICA A - A - Scala 1:100



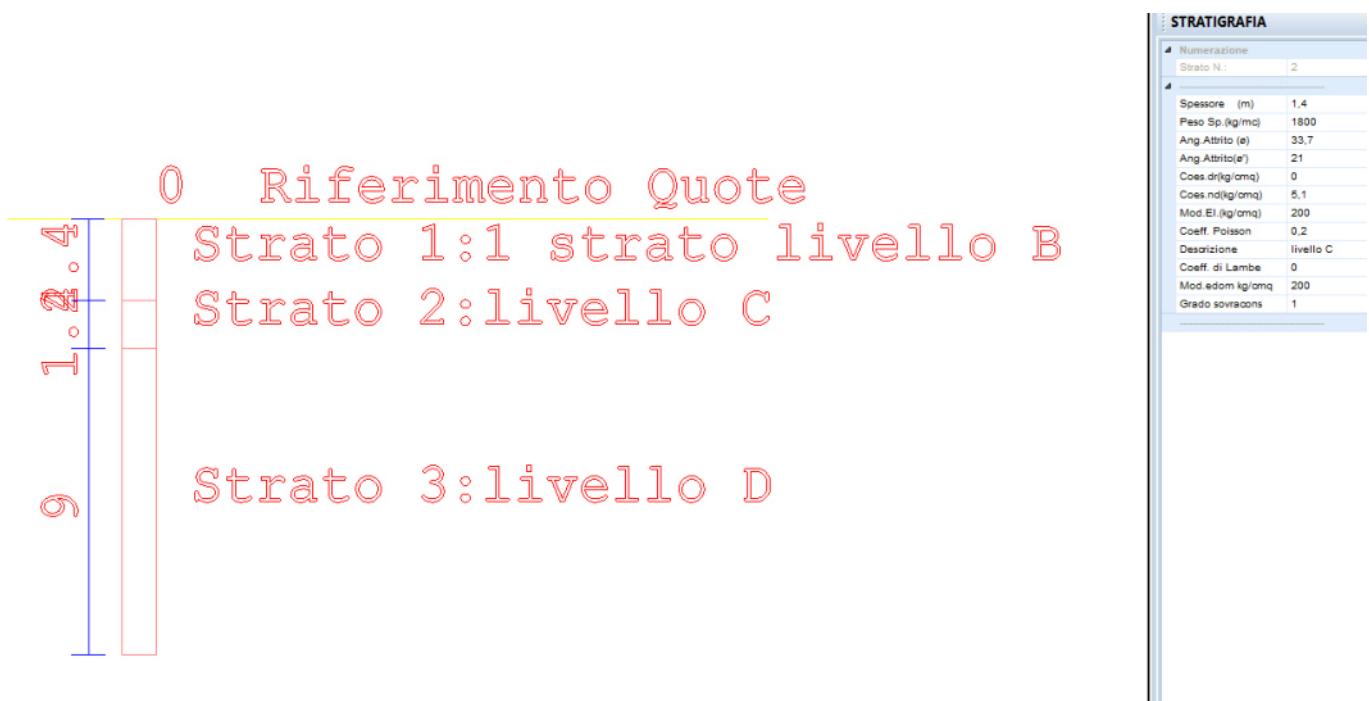
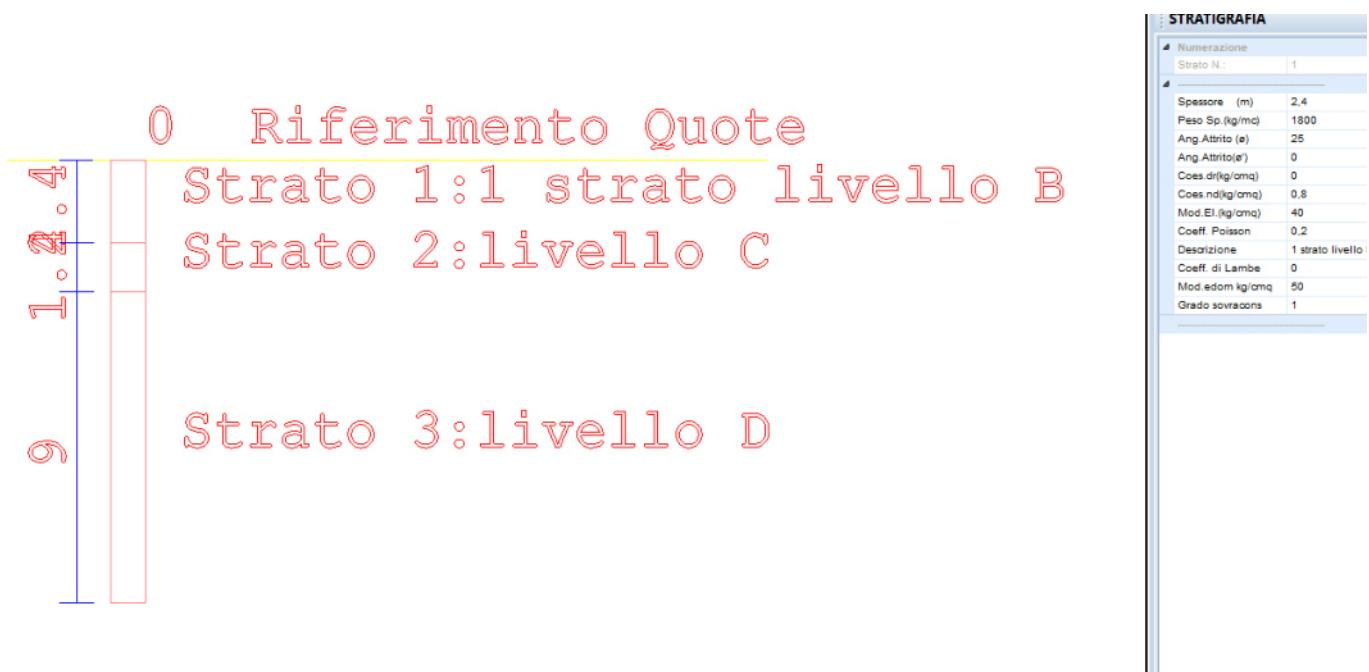
Allegato 10

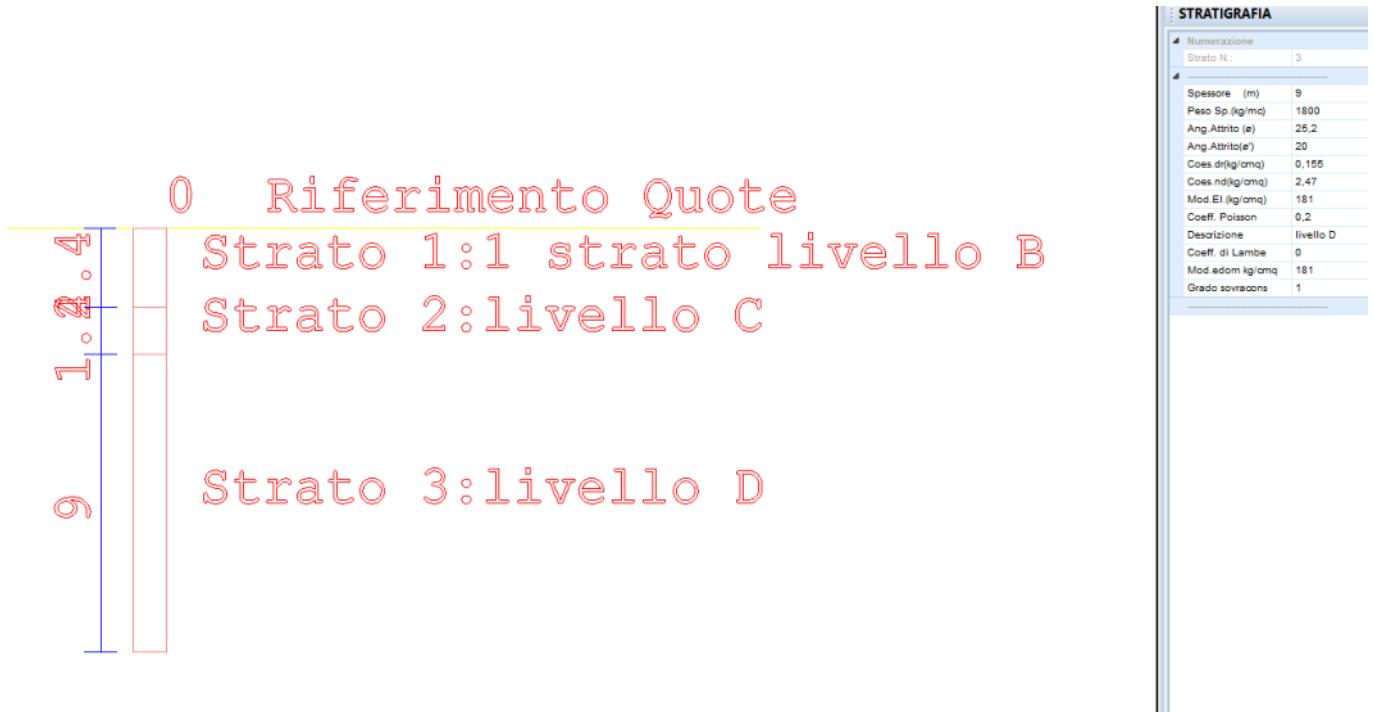
SEZIONE GEOLOGICA B - B - Scala 1:100



Sezione B-B

Da una analisi dei dati a disposizione emerge che gli strati di terreno interessati dalle fondazioni indirette sono caratterizzati dai valori dei parametri di calcolo riportati in relazione geologica e modellati come di seguito. Si modella, a vantaggio della sicurezza la situazione stratigrafica più sfavorevole trovata nella sezione S1





Inoltre, la falda non interferisce con il piano di posa delle fondazioni.

AZIONE SISMICA

Ai sensi del DM 17/01/2018 – Nuove norme tecniche per le costruzioni, la struttura in oggetto è analizzata con un'analisi dinamica lineare modale.

Vita nominale

Per la determinazione dell'intensità dell'azione sismica, innanzitutto, è stata valutata la vita nominale della costruzione in oggetto, definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è stata destinata.

E' fissata, in accordo con la committenza, una vita nominale pari ad anni 50 (VN = 50 anni).

Se le condizioni ambientali e d'uso rimarranno nei limiti previsti, non saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria per ripristinare le capacità di durata della costruzione prima della fine di suddetto periodo.

Classe d'uso e coefficiente d'uso

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni vengono suddivise in classi d'uso in funzione al loro grado di importanza.

Per la struttura in esame, essendo una struttura destinata alla Protezione Civile, si è assunta globalmente una classe d'uso pari a quattro (IV). Alla classe d'uso è associato un coefficiente d'uso che può essere ricavato in Tabella 2.4.II della Normativa (1). Dalla sopracitata tabella per costruzioni di classe d'uso pari a due risulta un coefficiente d'uso pari ad 2.0 ($C_U = 2.0$).

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento " V_R " che si determina moltiplicando il valore della vita nominale " V_N " per il coefficiente d'uso " C_U ". Per cui il periodo di riferimento " V_R " per l'azione sismica di progetto risulta pari a 100 anni.

$$V_R = V_N * C_U = 50 * 2.0 = 100 \text{ anni}$$

Determinazione parametri caratteristici

Le forme spettrali di progetto vengono definite, in funzione della probabilità di superamento riferita al corrispettivo stato limite considerato, a partire dai valori dei seguenti parametri in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : 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.

Per la struttura oggetto della progettazione sono stati considerati i seguenti stati limite:

Stati limite di esercizio (SLE)

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato limite di danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

Stati limite ultimi (SLU)

- Stato limite di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali;

la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Come desunto dalla relazione geologica si è assunto un suolo di tipo C ed una categoria topografica del tipo T1 (Tabella 3.2.III della normativa (1)), ossia superficie pianeggiante con pendii di inclinazione media $i < 15^\circ$.

Riassumendo, abbiamo:

categoria di sottosuolo	C
categoria topografica	T1

Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è stata valutata considerando l'approccio codificato nelle NTC 2018 al paragrafo 3.2 in poi da cui si sono ricavati gli spettri per i vari stati limite analizzati :

I parametri progettuali forniti dal progettista sui quali si è effettuato la modellazione risultano:

- **Classe d'uso IV;**
- **Coefficiente d'uso 2;**
- **Vita nominale 50 anni;**
- **VR = 100 anni.**

Spettro di progetto

Per la costruzione oggetto di progettazione sono state effettuate verifiche di resistenza e di spostamento utilizzando i seguenti spettri di progetto:

- **Verifiche di resistenza allo stato limite ultimo (SLU) per le strutture di elevazione:** per tali verifiche innanzitutto è stato utilizzato lo spettro elastico corrispondente allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) abbattuto del fattore di comportamento "q". In particolar modo lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro elastico, riferito al corrispettivo stato limite, con le ordinate ridotte sostituendo, nelle relazioni del corrispettivo spettro, il valore del parametro η con il valore $1/q$, in cui q è il valore del fattore di struttura.

Per il caso in esame è stato adottato un valore del fattore di struttura pari ad 1.5 ($q=1.5$), quindi, in accordo al punto 7.3 del D.M. 17/gennaio/2018 la struttura è stata calcolata in regime non dissipativo.

Tab. 7.3.1 – Limiti su q e modalità di modellazione dell’azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

- **Verifiche di resistenza allo stato limite ultimo (SLU) per le strutture di fondazione:** per tali verifiche innanzitutto è stato utilizzato lo spettro elastico corrispondente allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). In particolar modo lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro elastico, riferito al corrispettivo stato limite, con le ordinate ridotte sostituendo, nelle relazioni del corrispettivo spettro, il valore del parametro η con il valore $1/q$, in cui q è il valore del fattore di comportamento. Per il caso in esame, in accordo al punto 7.3 del D.M. 17 gennaio 2018, la struttura è stata calcolata in regime non dissipativo.
- **Verifiche di spostamento allo stato limite di esercizio (SLO):** per tali verifiche è stato utilizzato lo spettro elastico corrispondente allo stato limite di danno (SLO), questo per garantire il contenimento del danno anche per elementi non strutturali e la funzionalità degli impianti.
- **Verifiche di spostamento allo stato limite di esercizio (SLE):** per tali verifiche è stato utilizzato lo spettro elastico corrispondente allo stato limite di danno (SLD), per garantire alla struttura danni limitati tali da non mettere in pericolo gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell’interruzione d’uso di parte delle apparecchiature, verificando che gli spostamenti indotti da un terremoto di progetto rientrino all’interno delle limitazioni normative fornita dalla Normativa (1).

PARAMETRI SISMICI	
Vita Nominale	>=50 Anni
Classe d'Uso	IV
Caratteristiche Sito	
Longitud. Est	12.40502
Latitud. Nord	42,94152
Categ. Suolo	C
Coeff. Topogr	1
Caratt. Costruzione	
SistCostrDir1	Altro
SistCostrDir2	Altro
Regol. Altezza	NO
Regol. Pianta	NO
Sp. Rel. Nodi	Tutti
IncrMensSismV	SI
SismVertParz.	NO
Caratteristiche Sisma	
Direzione sisma	0
Sisma Verticale	NO
Numero modi	12
Tipo Combinaz.	CQC
Coeff. di Smorz.	0,05
Verif.N fondaz.	NO
Effetti p-delta	NO
DistrAcc.AnStat	Triangolare

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
Pvr	0,81
Tr	60
Ag/g	
Ag/g	0,077
Fo	2,502047
T'c	0,2849561
Fv	0,9414116
TB	
TB	0,1509278
TC	0,4527835
TD	1,910714
Ss	1,5
Spost.Rel	0.002 h

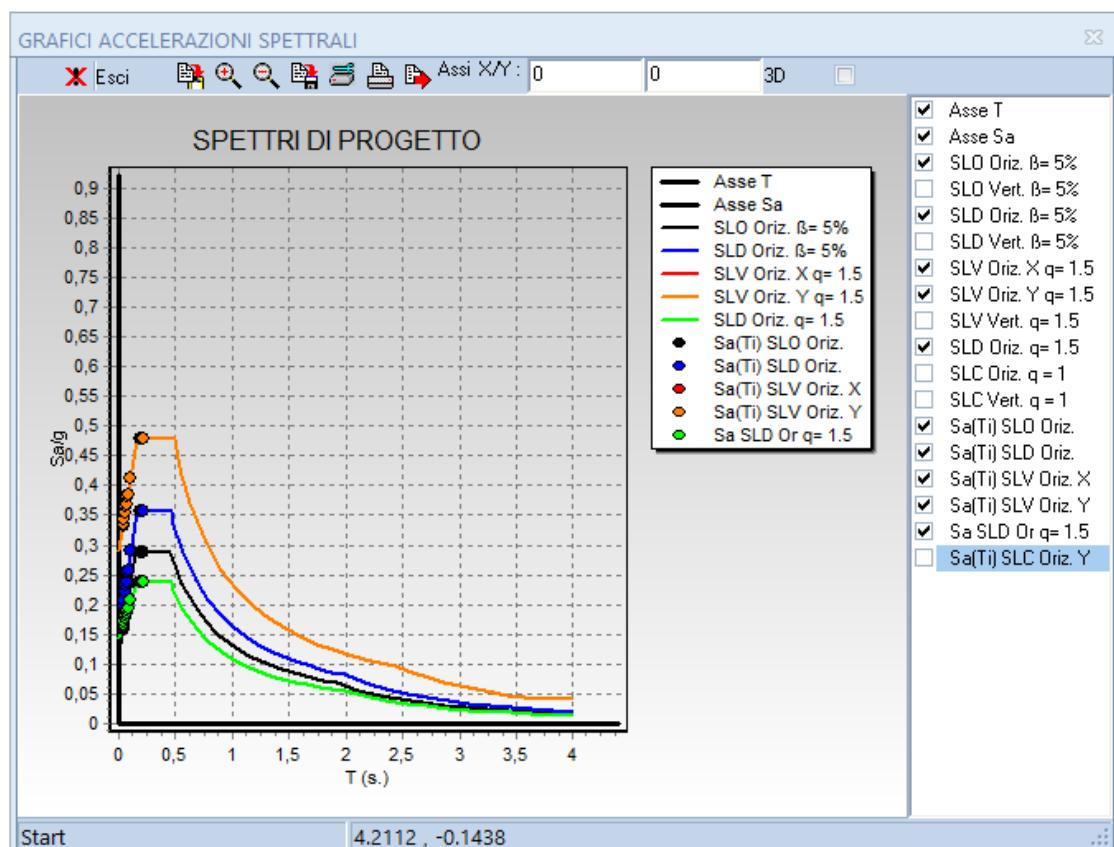
STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
Pvr	0,63
Tr	101
Ag/g	
Ag/g	0,096
Fo	2,469073
T'c	0,29
Fv	1,035023
TB	
TB	0,1527125
TC	0,4581376
TD	1,985677
Ss	1,5
Spost.Rel	0.003 h
Verif. Resist.	SI

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
Pvr	0,1
Tr	949
Ag/g	
Ag/g	0,209
Fo	2,467543
T'c	0,3196184
Fv	1,52576
TB	
TB	0,1629939
TC	0,4889817
TD	2,439142
Ss	1,389407
Spost.Rel	NESSUNO

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	NO
Pvr	0,05
Tr	1950
Ag/g	0,255
Fo	2,492317
T'c	0,3285453
Fv	1,701517
TB	0,1660301
TC	0,4980904
TD	2,622959
Ss	1,317569
Spost.Rel	NESSUNO

FASSONE COMPORT. ESPLICATIVO	
Fattore Comportam	1,5
Flag Gerar.Resist	NO
Flag Minimi Cap.7	SI
Flag Sost. Elast.	NO
Strutt.Secondaria	NO
H costruzione (m)	4
T1 costruz. (sec)	0,141
Ta Str.Sec. (sec)	.113
H piede Str.Sec.(m)	10
Flag Sisma Accopp	NO

Figura: Inserimenti parametri su software CDS e fattore di struttura



Spettro di progetto per i vari SL

5 STRUTTURA IN ACCIAIO TRIDIMENSIONALE

La struttura della nuova costruzione è stata pensata e dimensionata in acciaio con telai tridimensionali che si incastrano su fondazioni profonde in conglomerato cementizio armato. Sono presenti controventi di falda in quantità necessaria a garantire il trasferimento delle sollecitazioni dalla sovrastruttura in fondazione. I telai nelle due direzioni sono composti da pilastri e travi e sono pensati con collegamenti a parziale ripristino nella direzione trasversale, mentre a cerniera nella direzione longitudinale. Per i montanti sono impiegati profili HEA 160; per le travi nella direzione della pendenza profili HEA 160, mentre in direzione longitudinale sono costituiti da profilati HEA 140. I controventi di falda, realizzati con tondi di acciaio, sono diffusi sull'intera struttura e fanno sì che la stessa sia il più possibile unita nella risposta sismica di insieme, come si deduce dal tabulato dei vari modi di vibrare e massa attivata. Gli stessi controventi di falda diffusi "veicolano" le forze esterne fino in fondazione passando attraverso i controventi di parete realizzati con profili UPN. Questi ultimi sono stati distribuiti in tutte e due le direzioni.

Al piano terra è presente un solaio in predalles da completare in opera, collegato rigidamente a travi perimetrali aventi sezione 70x50, che a loro volta scaricano su fondazioni indirette realizzate con pali in c.a.

La copertura è realizzata a secco con strutture secondarie in acciaio IPE, HEA e chiusura orizzontale in lamiera grecata.

Le fondazioni sono indirette e realizzate in conglomerato cementizio armato, hanno lunghezza pari a 12 m e 10 m nelle due direzioni. Sono incastrati al piano campagna su travi, calcolate come elevazione aventi sezione 70x50 cm.

La struttura sopra descritta e di cui si riporta una immagine di insieme, così concepita risulta essere molto performante sotto l'aspetto sismico in quanto progettata limitando la massa sismica in elevazione.

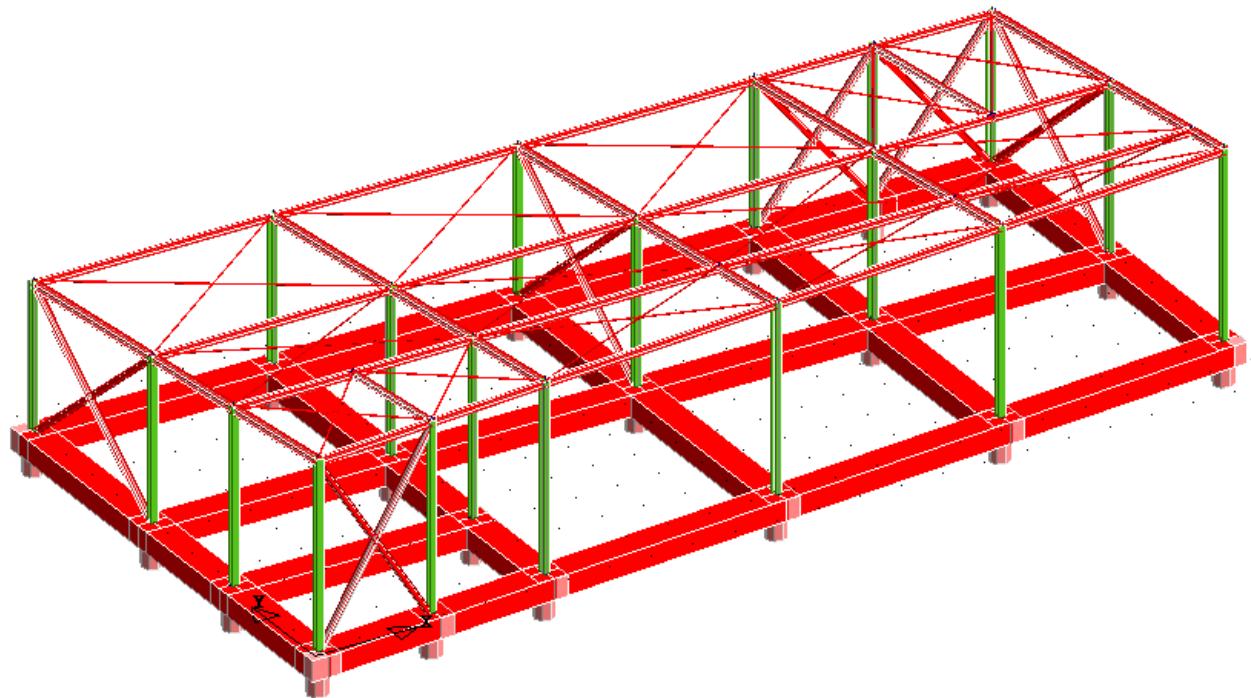


Fig.2 Modello strutturale

5.1 IPOTESI DI CALCOLO E VERIFICHE

Si sono analizzate le possibili condizioni di carico e si è proceduto al dimensionamento delle parti per le condizioni più gravose.

Le sollecitazioni agenti sulla struttura sono state calcolate mediante un modello agli elementi finiti realizzato con il programma di calcolo CDSWin. In esso gli elementi costituenti la struttura sono stati modellati utilizzando elementi monodimensionali.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

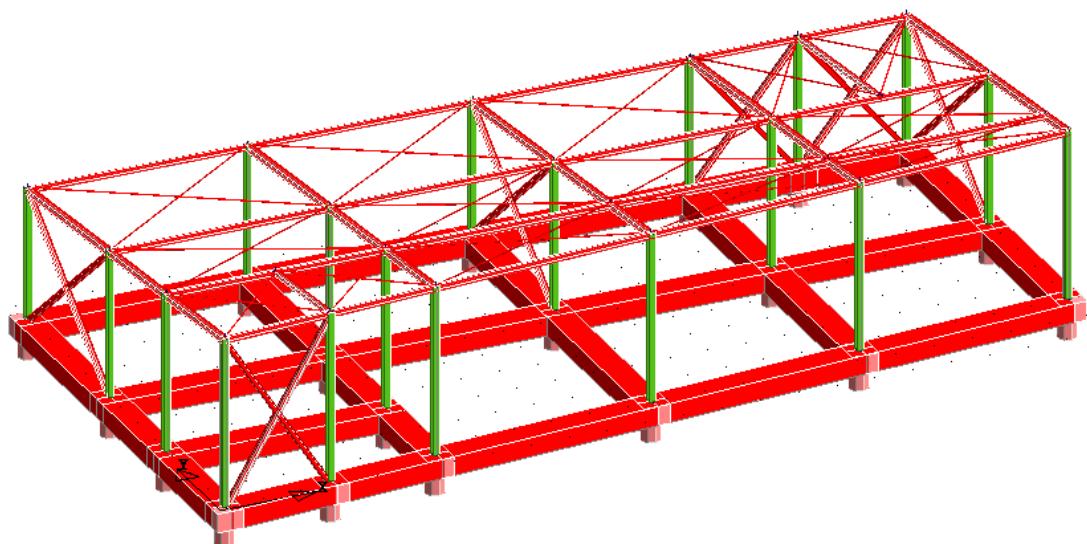
Per quanto riguarda la struttura metallica in elevazione, i pilastri sono stati considerati con incastro a terra ed incernierati o a parziale ripristino in sommità a seconda dell'orditura del telaio. Le travi aggiunte fuori calcolo sono state pensate con collegamenti cerniera-cerniera.

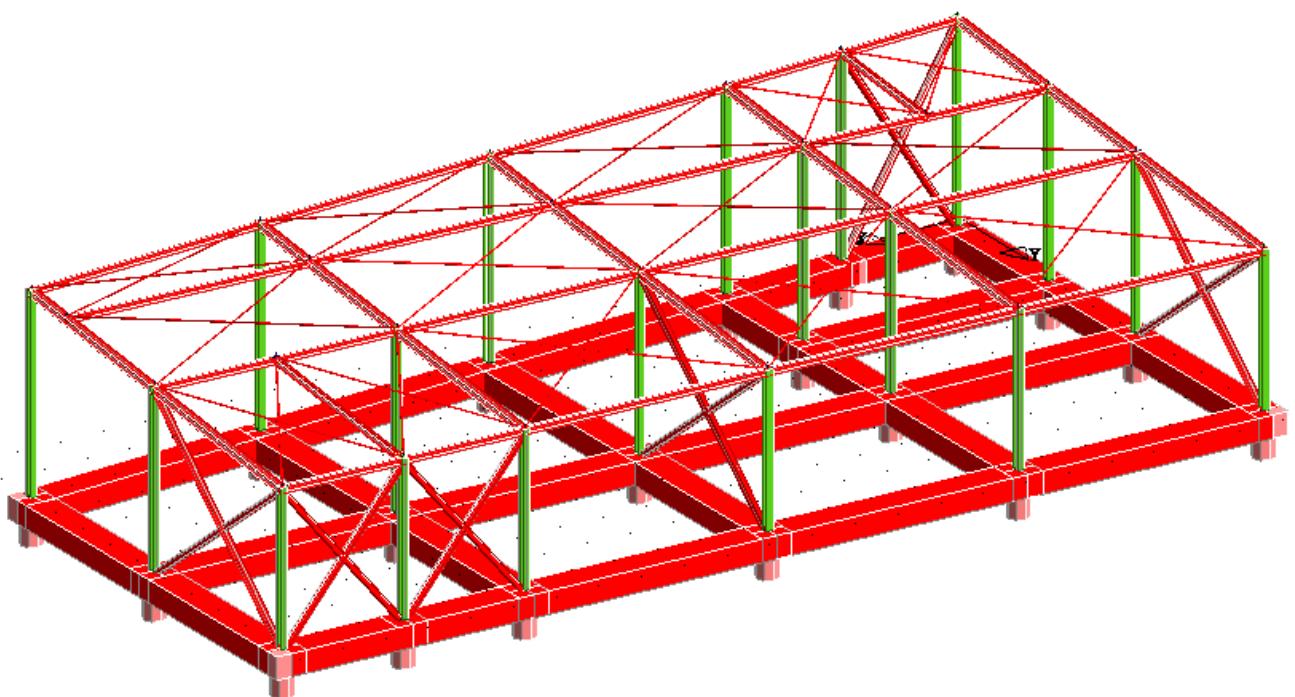
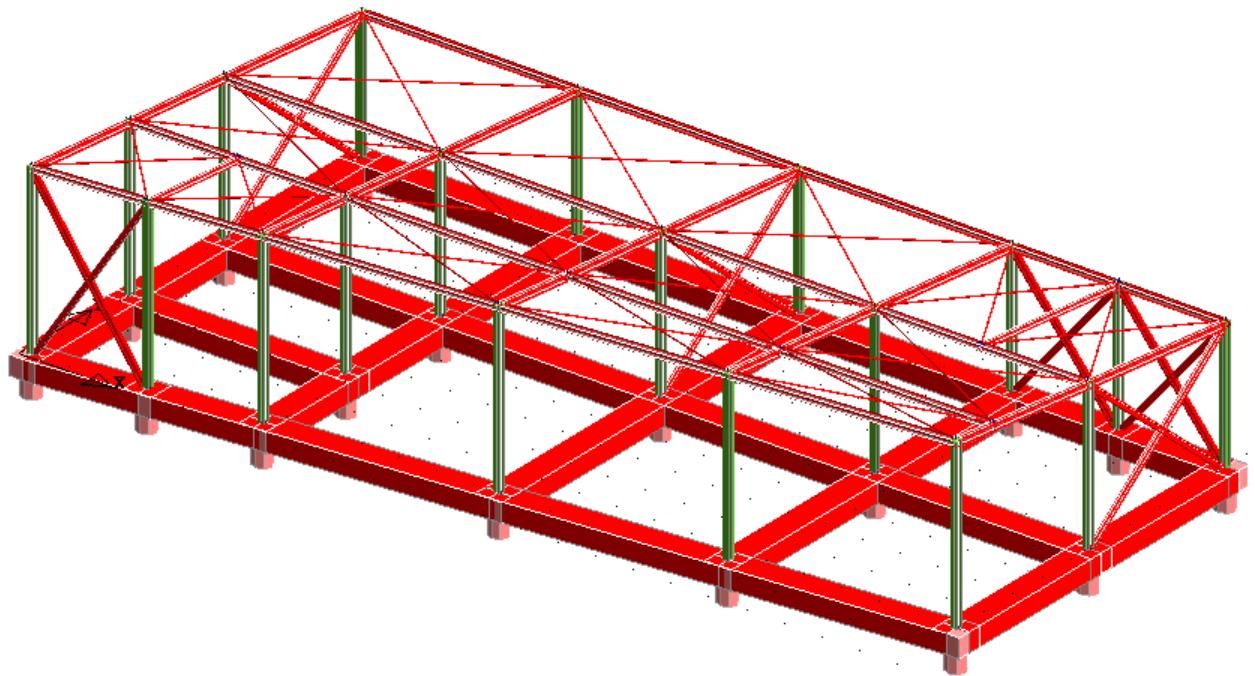
La struttura di fondazione modellata insieme alla sovrastruttura è schematizzata con pali di fondazione che si innestano su travi in c.a. posizionate sul piano campagna.

Lo stesso modello è stato utilizzato per condurre le verifiche di resistenza (SLU) e di esercizio (SLE) degli elementi che lo costituiscono. I legami costitutivi adottati nelle verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed in acciaio sono i seguenti:

- Legame parabola rettangolo per il cls
- Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

I carichi sono stati applicati sulla base dell'analisi di carico riportata al paragrafo successivo. I pesi propri delle strutture sono definiti automaticamente dal programma di calcolo, mentre carichi permanenti ed accidentali sono stati introdotti come carichi distribuiti.





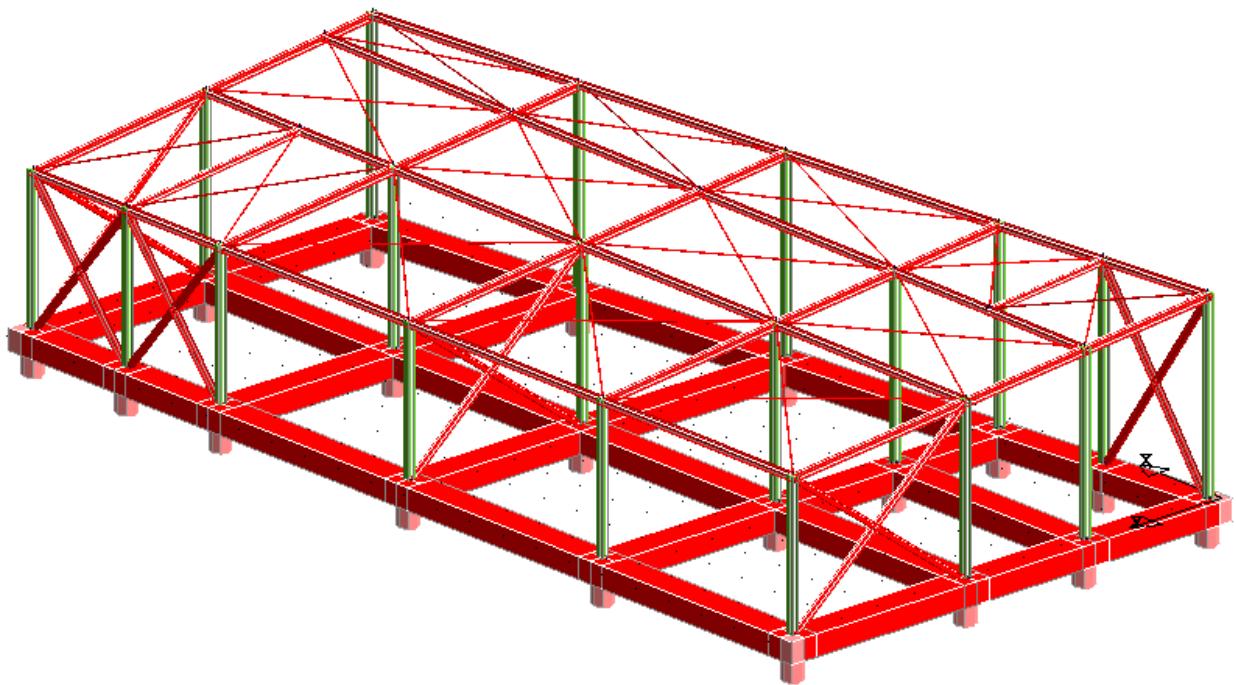


Figura 3: Struttura - Modello di calcolo ad aste

5.2 ANALISI DEI CARICHI

5.2.1 *CARICHI PERMANENTI*

I carichi permanenti agenti sull'opera sono costituiti dal peso proprio delle strutture e dai sovraccarichi permanenti.

Il peso proprio degli elementi in cemento armato viene calcolato direttamente dal programma di calcolo assegnando agli elementi le specifiche sezioni strutturali e definendo il materiale con il peso specifico del cemento armato (25.0 kN/m³).

I pesi propri delle membrature metalliche presenti nel modello agli elementi finiti sono valutati in maniera automatica direttamente dal programma di calcolo, mentre gli altri permanenti sono inseriti come carichi uniformemente distribuiti su ciascuna trave in funzione della propria area d'influenza.

F.1.1 Solaio di copertura:

- Peso proprio

- Peso proprio 50 kg/m²

(copertura lamiera grecata inferiore e superiore, incidenza arcarecci)

- Peso proprio portato

- Peso portato cartongesso interno 30 "

- Peso portato lana di roccia 15 "

- Peso portato pannello lana minerale 30 "

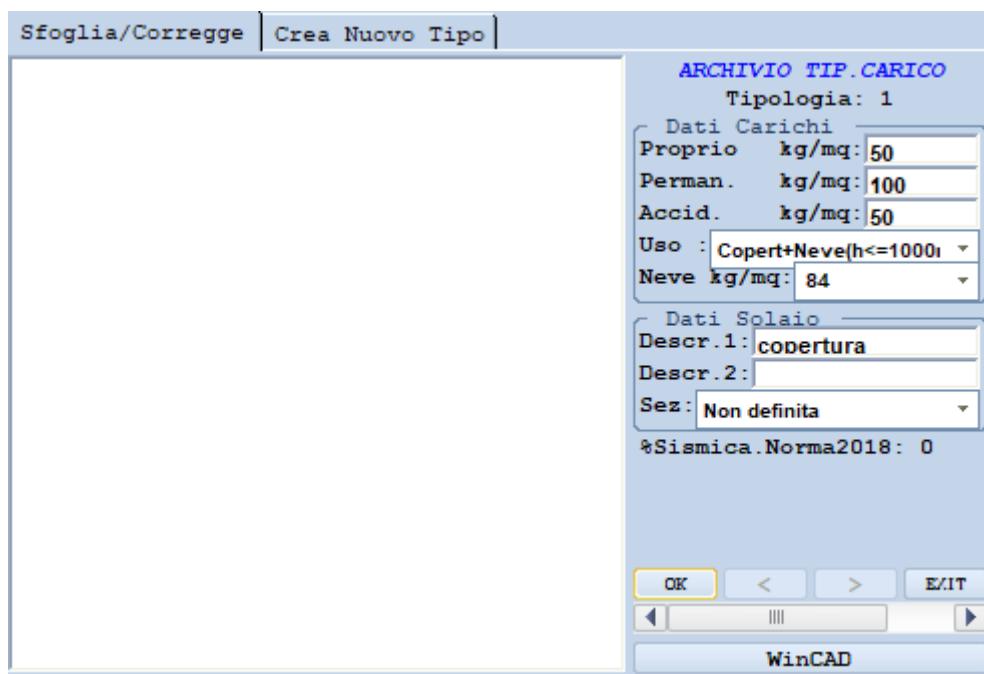
- Peso portato pannello fotovoltaico 25 "

100 kg/m²

Sovraccarico accidentale (neve): 84 kg/m²

Sovraccarico manutenzione: 50 kg/m²

Copertura classificata come non praticabile e praticabile per sola manutenzione



F.1.3 Solaio piano terra:

- Peso proprio

solaio rasato (20+4cm): $= 325 \text{ Kg/m}^2$

- Sovraccarico permanente:

coibentazione 10 cm 20 Kg/m^2

incidenza tramezzi a secco 80 Kg/m^2

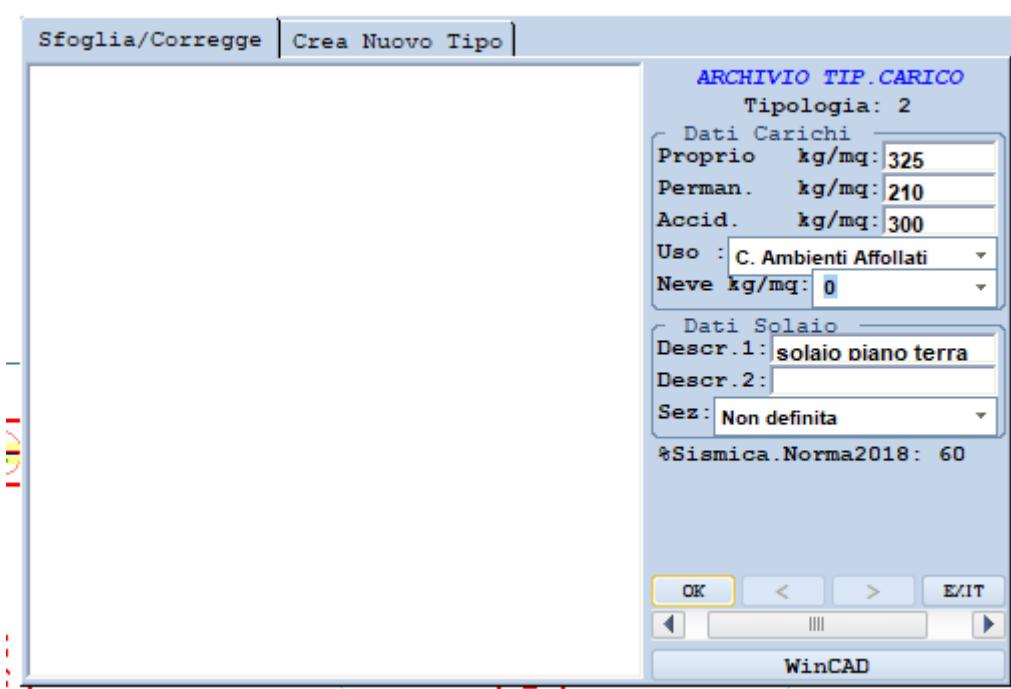
massetto impianti 40 Kg/m^2

pavimento 20 Kg/m^2

caldana $\underline{50 \text{ Kg/m}^2}$

$$P_2 = 210 \text{ Kg/m}^2$$

Sovraccarico accidentale scuola (C): 300 kg/m^2



F.1.4 Sbalzo marciapiede piano terra:

- Peso proprio

- Peso proprio (C.A. S=16 cm): 400 kg/m²

400 kg/m²

- Sovraccarichi permanenti

10 Kg/m²

- coibentazione 10 cm EPS

110 Kg/m²

- massetto con finitura al quarzo

120 Kg/m²

Sovraccarico accidentale 400 kg/m²

400 kg/m²



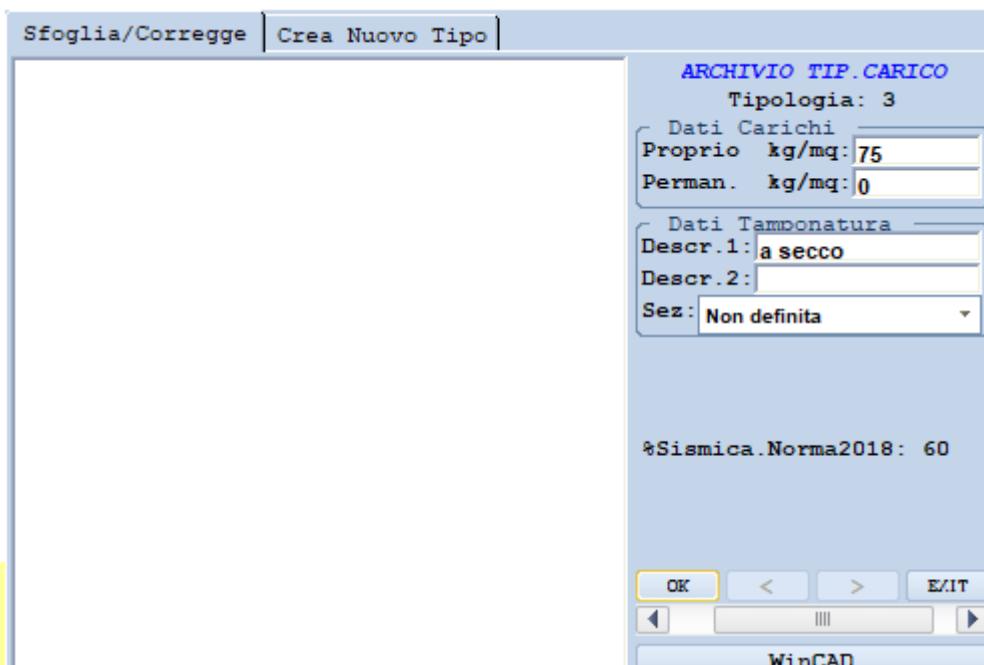
I carichi sono stati modellati sulle travi di competenza introducendo in base allo sbalzo di progetto e al canale di carico

F.1.5 Tamponature perimetrali a secco piano terra:

Permanenti:

Pannello cartongesso esterno:	= 15 Kg/m ²
isolante termoacustico:	= 25 Kg/m ²
Pannello cartongesso interno:	= 25 Kg/m ²
Peso struttura alluminio:	= <u>10 Kg/m²</u>
	P = 75 Kg/m²

Si ipotizza una estensione verticale uniforme della tamponatura per un'altezza pari a 4 m, non si tiene conto a vantaggio di sicurezza delle aperture, venendo a determinare sui elementi strutturali soprastanti e sottostanti un carico distribuito di 150 kg/m che simula metà della massa sismica agganciata alle travi di copertura e di fondazione.



F.1.6 Valutazione carico neve:

Il carico neve sulla copertura è valutato in accordo con quanto previsto dalle norme tecniche DM 2018 e circolare.

Il carico provocato dalla neve si valutata mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = 0,84 \text{ KN/m}^2 = 84 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{sk} = 0,85[1 + (a_s/481)^2] = 1,05 \text{ KN/m}^2$$

$$a_s = 234 \text{ m slm}$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\mu_i = 0.8 \quad (0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ)$$

F.1.7 Valutazione carico vento:

L'azione del vento per questo tipo di strutture è preso in considerazione in quanto leggere poiché di acciaio. Per quanto riguarda il vento, la normativa vigente permette di calcolare l'azione che quest'ultimo esercita come di seguito riportata:

- Vento

$$p_{vento} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

p_{vento} : pressione del vento

q_b : pressione cinetica di riferimento

$$q_b = \frac{\rho v_b^2}{2} \left[\frac{N}{m^2} \right] \rightarrow q_{ref} = \frac{1.25 \cdot 27^2}{2} = 455 \frac{N}{m^2}$$

v_b^2 : velocità di riferimento del vento in m/s

$$\text{Zona 3} \Rightarrow v_b = v_{b,0} = 27 \frac{m}{s} \quad \text{poiché } a_s \leq a_0 \quad (350 \text{ m} < 500 \text{ m})$$

c_e : coefficiente di esposizione

$$c_e(z_{\min}) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z_{\min}/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z_{\min}/z_0)] \quad \text{per } z < z_{\min} \quad (4 \text{ m} < 8 \text{ m})$$

c_t : coefficiente di topografia (= 1)

z : altezza massima della costruzione sopra il piano di campagna

Struttura a Nord (= 4.00 m)

Struttura a Sud (= 4.00 m)

Classe di rugosità B, zona 3 \Rightarrow Categoria di esposizione IV $\Rightarrow k_r = 0.22, z_0 = 0.30 \text{ m}, z_{\min} = 8 \text{ m}$

$$c_e(z_{\min}) = 0.22^2 \cdot 1 \cdot \ln\left(\frac{8.00}{0.30}\right) \cdot \left[7 + 1 \cdot \ln\left(\frac{8.00}{0.30}\right) \right] = 1.63$$

c_p : coefficiente di forma

Verrà valutato di volta in volta per il singolo caso in esame.

+/- 1.2 per la struttura a sbalzo ingresso principale e lato sud

+0.8 per la parete verticale

+0.4 per la copertura

c_d : coefficiente dinamico

$$c_d = 1$$

Quindi risulta:

$$p_{vento} = 45.5 \cdot 1.63 \cdot 0.8 \cdot 1 = 59.9 \left[\frac{Kg}{m^2} \right] \text{ Parete verticale struttura lato sopravento}$$

$$p_{vento} = 45.5 \cdot 1.63 \cdot 0.4 \cdot 1 = 29.7 \left[\frac{Kg}{m^2} \right] \text{ Parete verticale struttura lato sottovento e Copertura}$$

Si riportano di seguito le condizioni di carico dovute al peso proprio ed ai sovraccarichi permanenti:

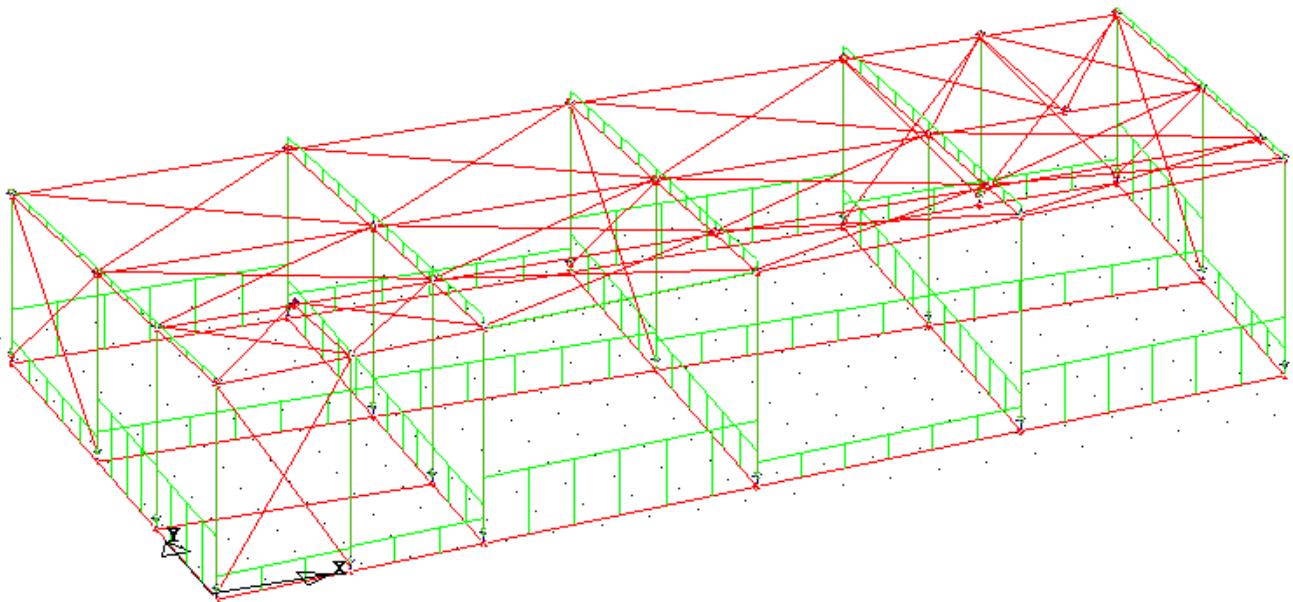


Figura 4: Condizione 1: Peso Proprio

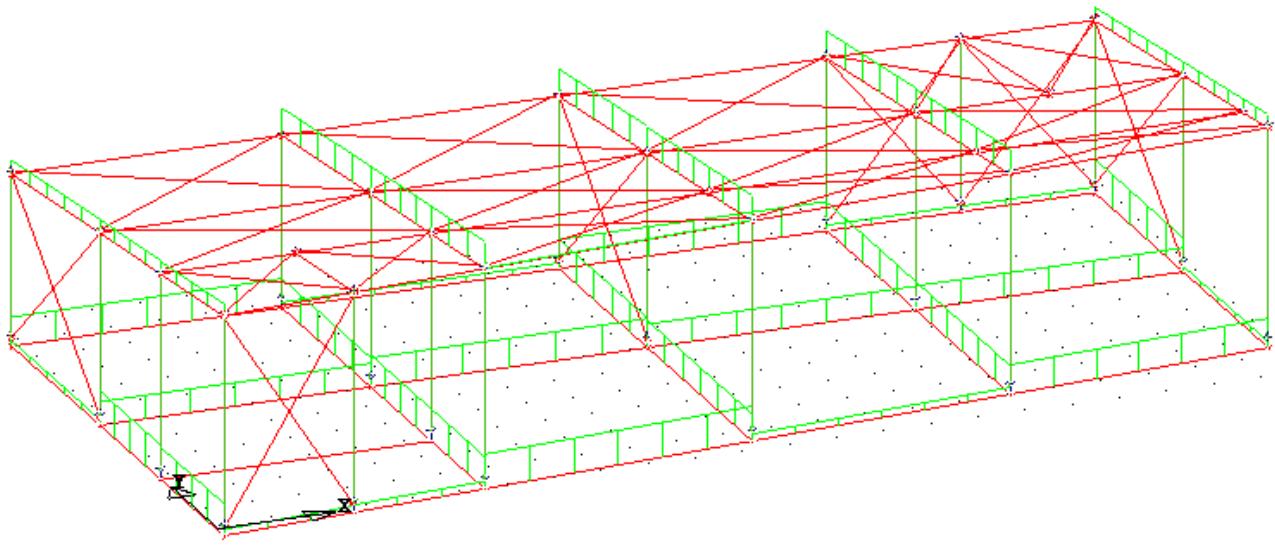


Figura 5: Condizione 2: Sovraccarico Permanente

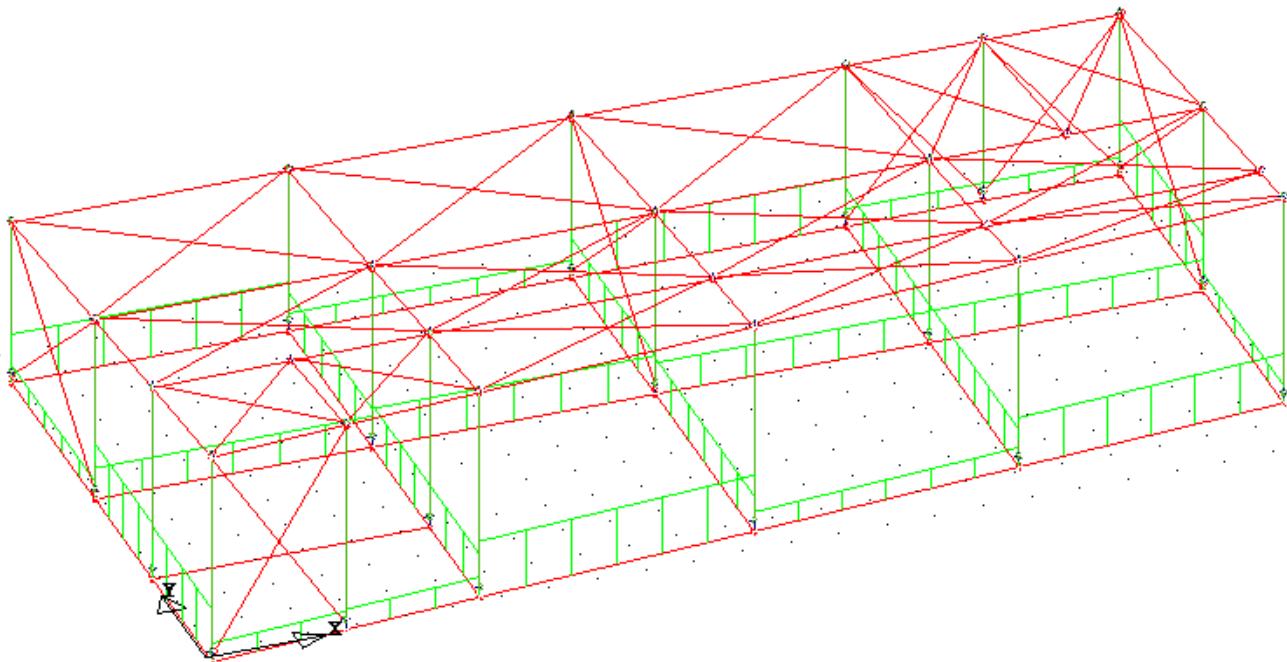


Figura 1: Condizione 3: carico uffici

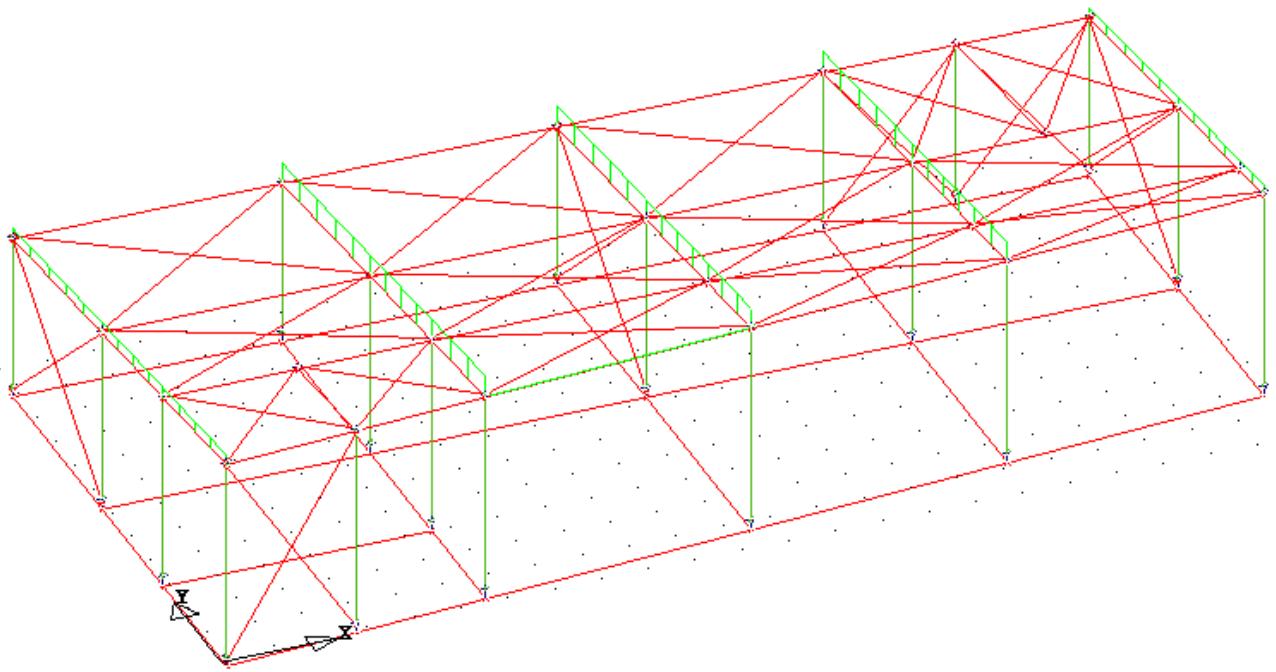


Figura 6: Condizione 4: carico neve

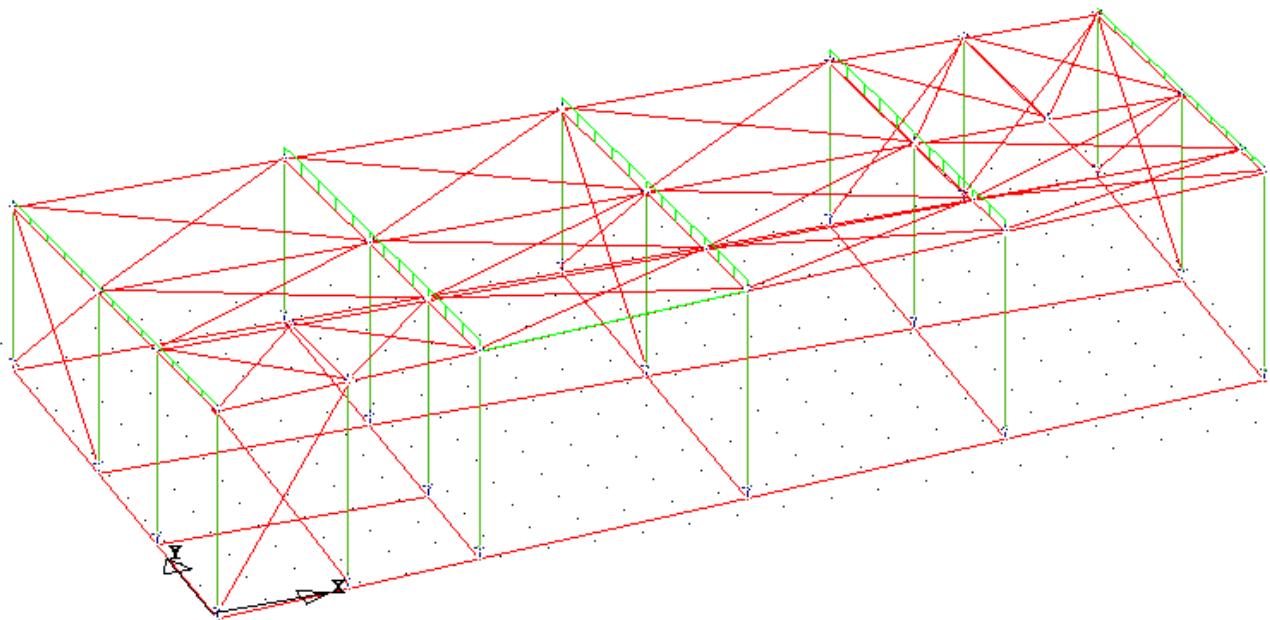


Figura 7: Condizione 5: carico variabile copertura

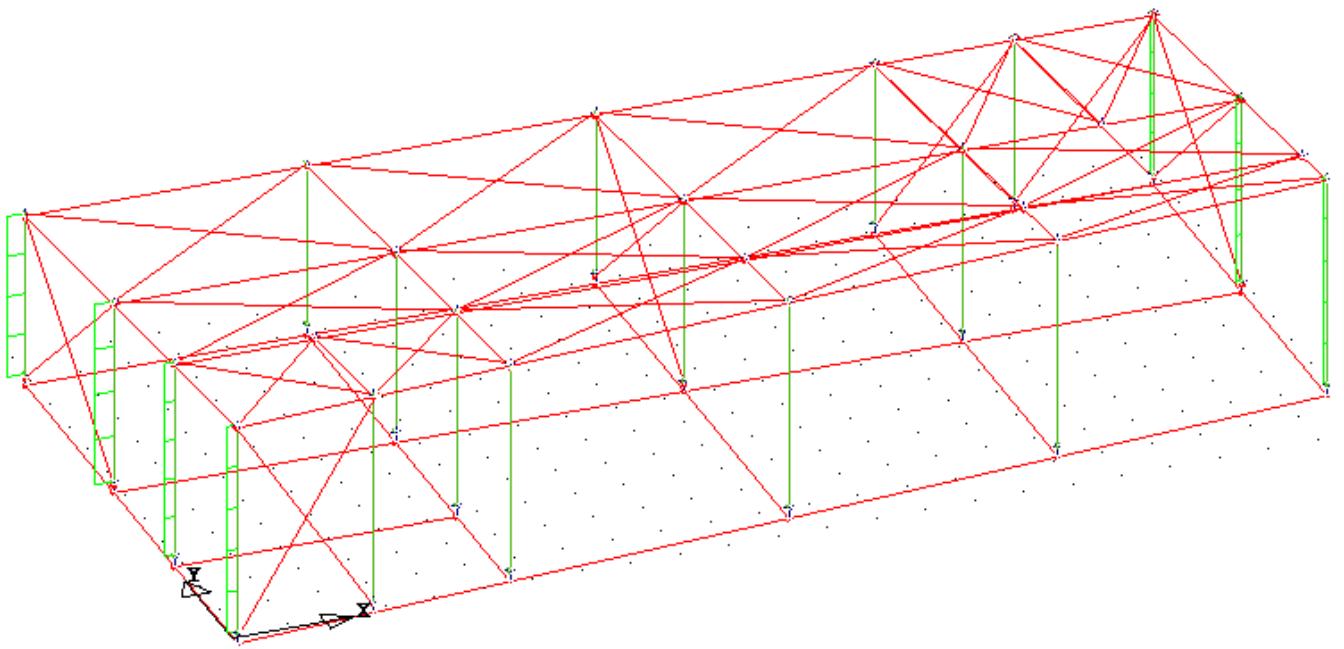


Figura 9: Condizione 6: carico vento +X

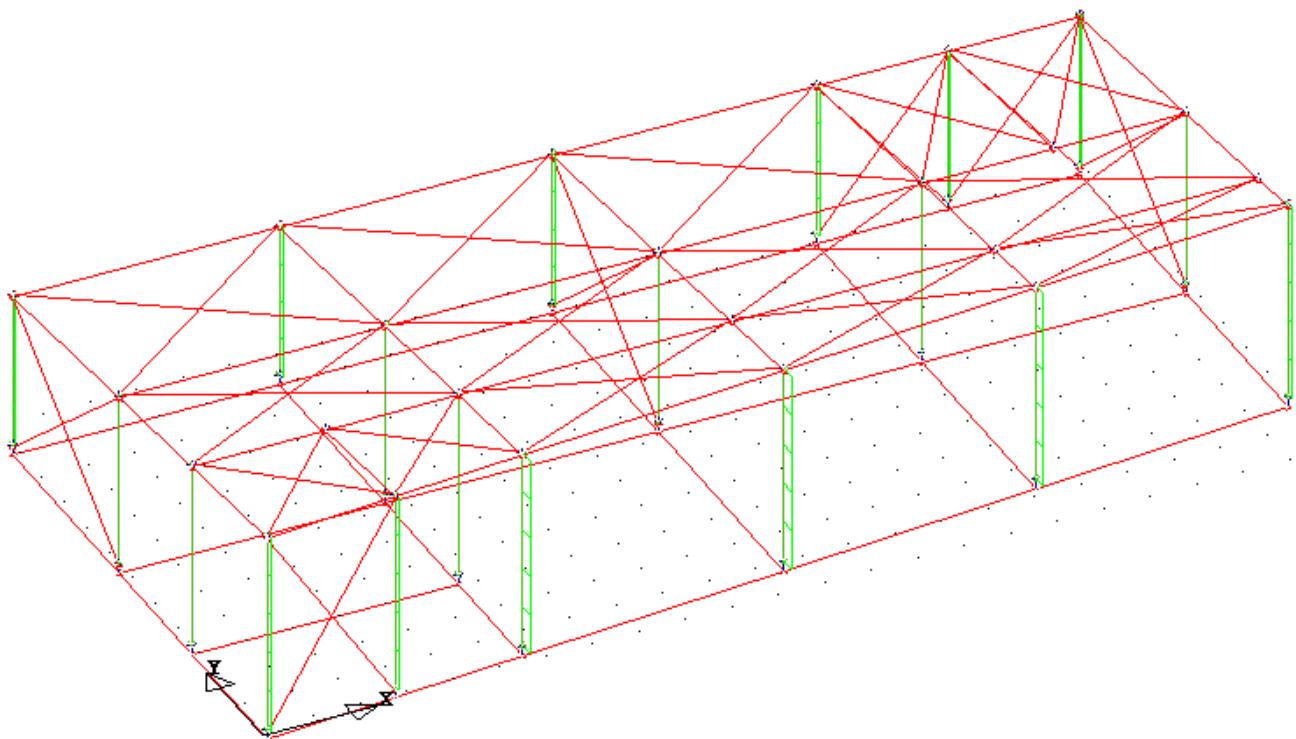


Figura 10: Condizione 7: carico vento +Y

5.2.2 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata considerando l'approccio codificato nelle NTC 2018 al paragrafo 3.2 in poi da cui si sono ricavati gli spettri per i vari stati limite analizzati.

Le verifiche di resistenza e di spostamento sono state eseguite adottando i seguenti spettri di progetto:

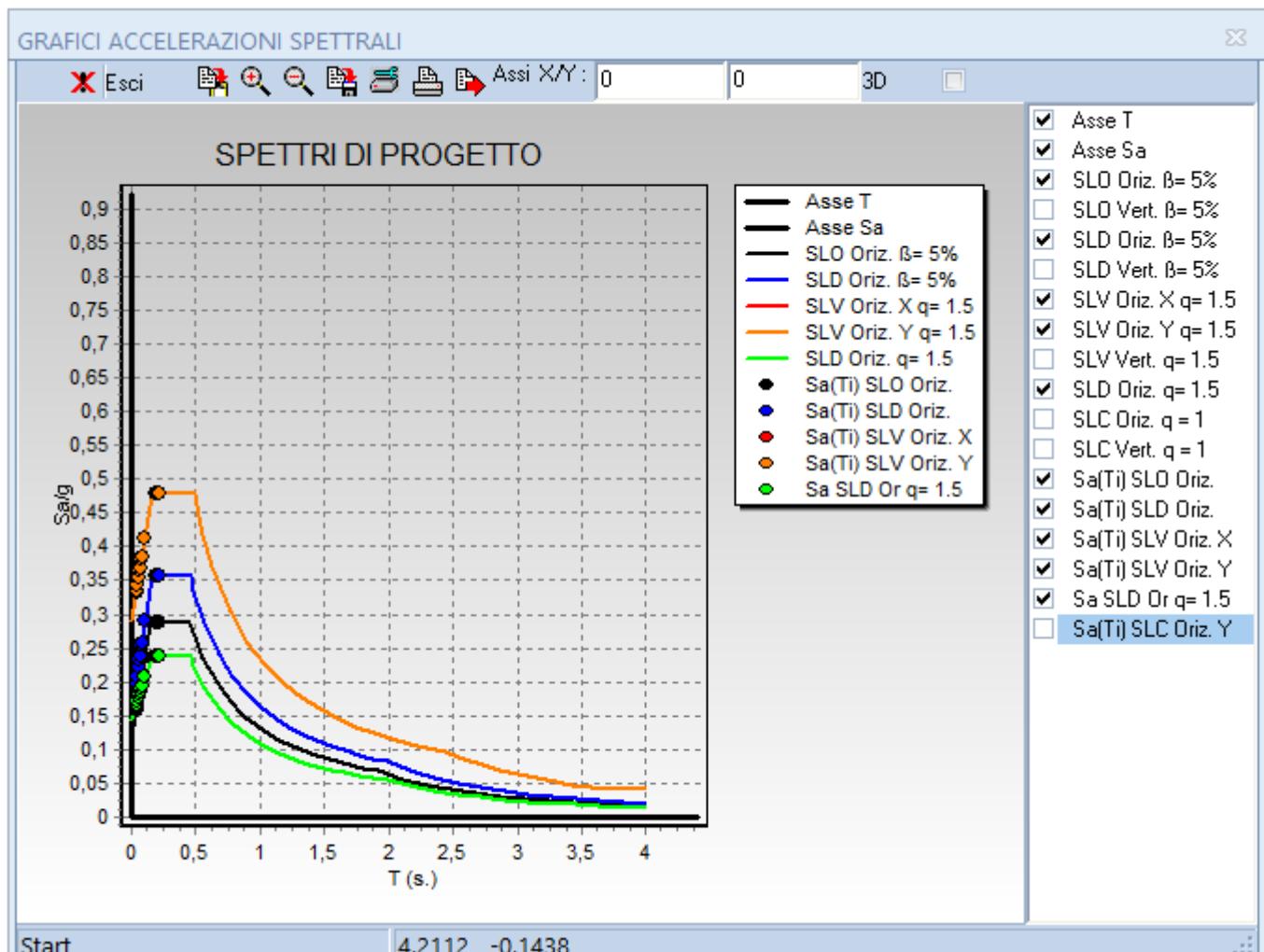


Figura 11: Spettri di progetto SLV, SLD e SLO

5.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
 $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

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

I coefficienti di combinazione ed i coefficienti di sicurezza sono valutati secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018.

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

Figura 12: Coefficiente di combinazione - punto 2.5.3 D.M. 17.01.2018

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

Figura 13: Coefficiente parziale di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU - punto 2.6.1 D.M. 17.01.2018

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle varie combinazioni di carico prese in considerazione, sia allo SLV che allo SLE in condizioni statiche e sismiche.

Combinazioni di carico:

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	1,50	1,05	1,05	1,50	1,05	1,05	1,05	1,50	1,05	1,05	1,05	1,05	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h<=1000	0,75	1,50	0,75	0,75	1,50	0,75	0,75	1,50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	1,50	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vento +X	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
	DESCRIZIONI	16	17	18	19										
Peso Strutturale		1,00	1,00	1,00	1,00										
Perm.Non Strutturale		1,00	1,00	1,00	1,00										
Var.Amb.affol.		0,60	0,60	0,60	0,60										
Var.Neve h<=1000		0,00	0,00	0,00	0,00										
Var.Coperture		0,00	0,00	0,00	0,00										
vento +X		0,00	0,00	0,00	0,00										
vento +Y		0,00	0,00	0,00	0,00										
Sisma direz. grd 0		0,30	0,30	-0,30	-0,30										
Sisma direz. grd 90		1,00	-1,00	1,00	-1,00										

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.											
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	1,00	0,70	0,70	1,00	0,70	0,70	0,70	1,00	0,70	0,70	0,70
Var.Neve h<=1000	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
Var.Coperture	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
vento +X	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.					
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5

Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h<=1000	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
vento +X	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	

Peso Strutturale	1,00	
Perm.Non Strutturale	1,00	
Var.Amb.affol.	0,60	
Var.Neve h<=1000	0,00	
Var.Coperture	0,00	
vento +X	0,00	
vento +Y	0,00	
Sisma direz. grd 0	0,00	
Sisma direz. grd 90	0,00	

ANALISI DEL MODELLO DI CALCOLO

Si assume che lo sforzo assiale di trazione sia positivo e la sollecitazione di momento flettente sia positiva quando genera tensioni di trazione all'intradosso delle travi.

Di seguito si riportano i diagrammi delle deformazioni e delle sollecitazioni più significativi nelle condizioni statiche e sismiche degli elementi strutturali.

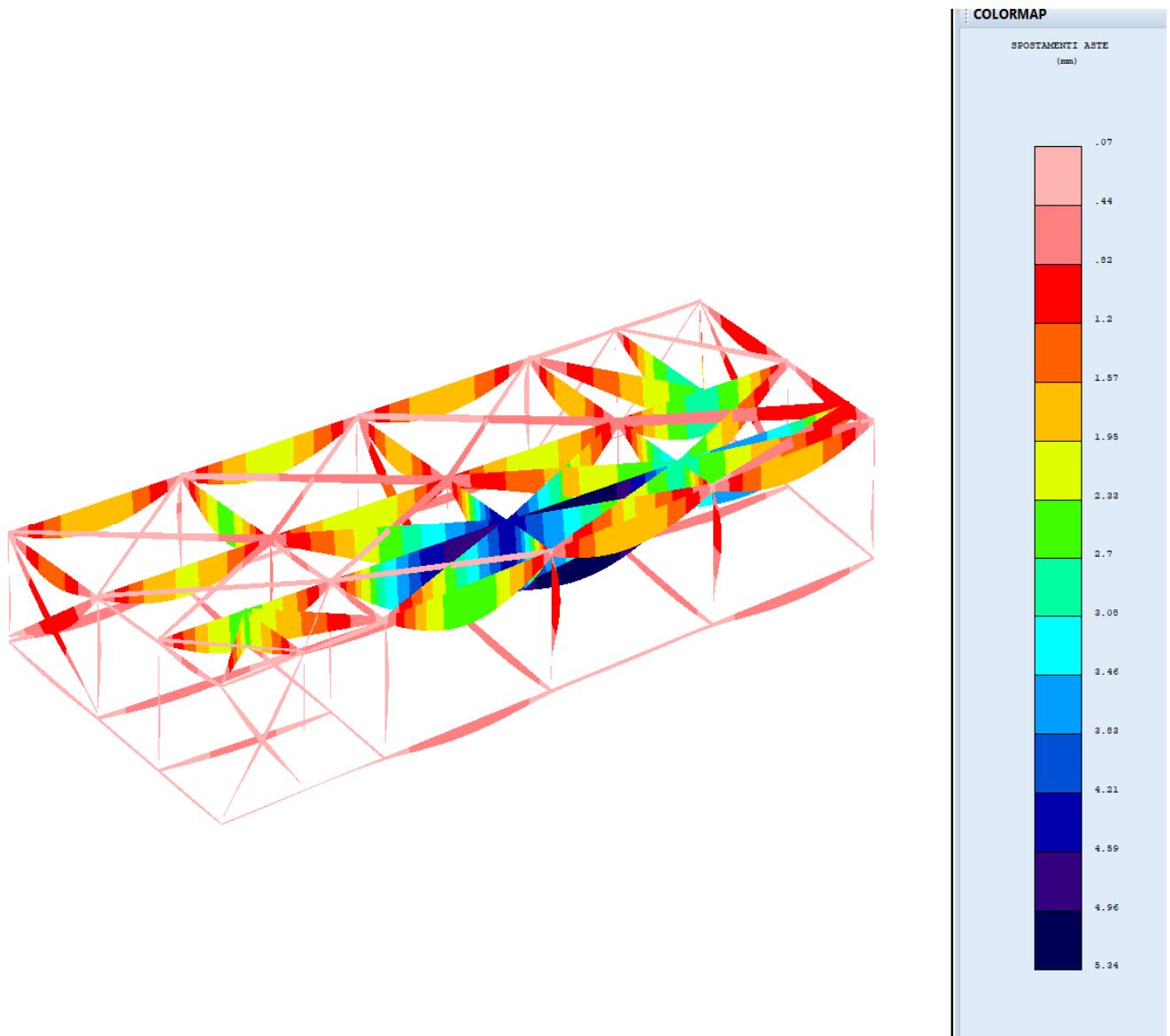


Figura 14: Deformata Peso Proprio

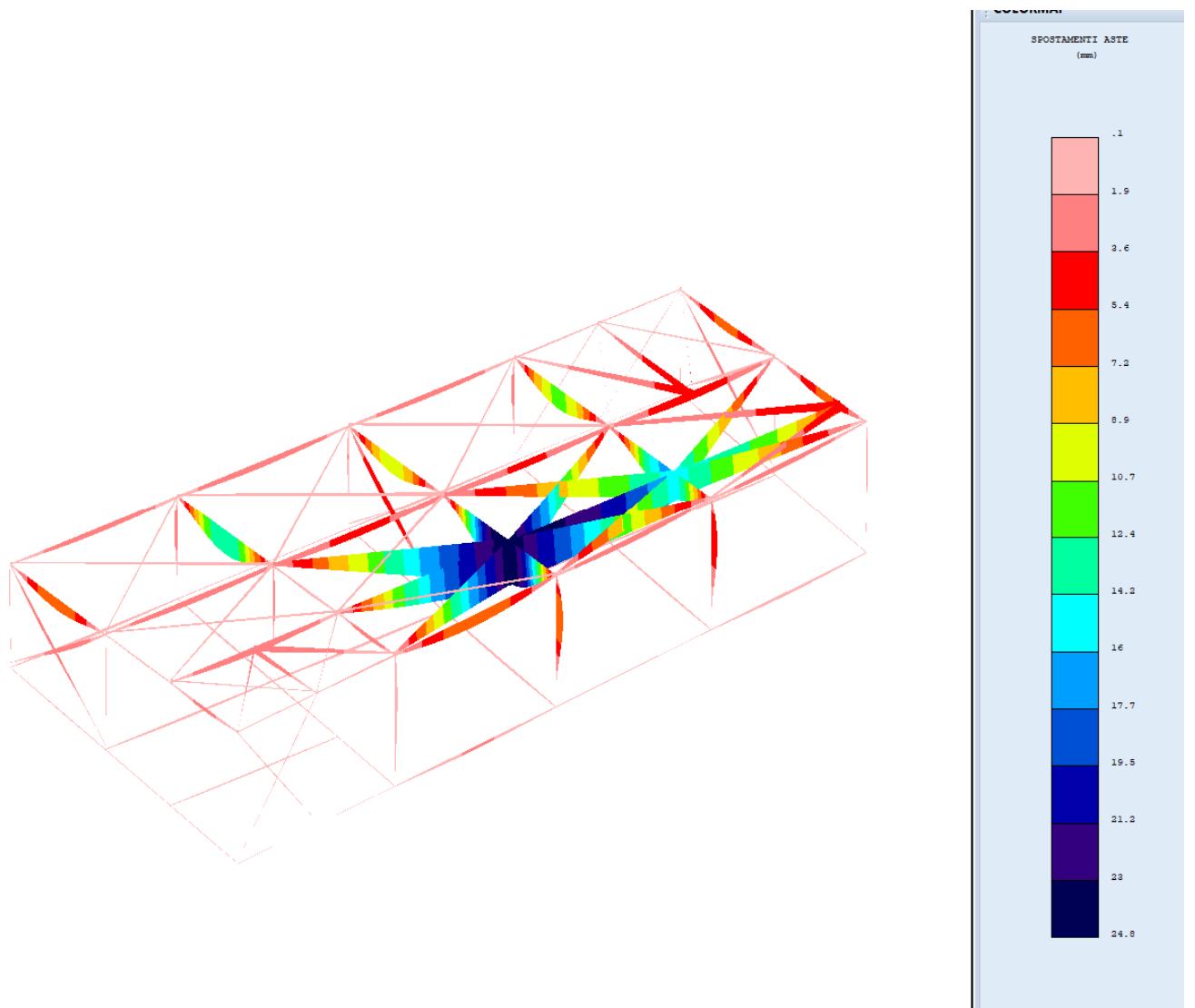


Figura 15: Deformata Carico Neve

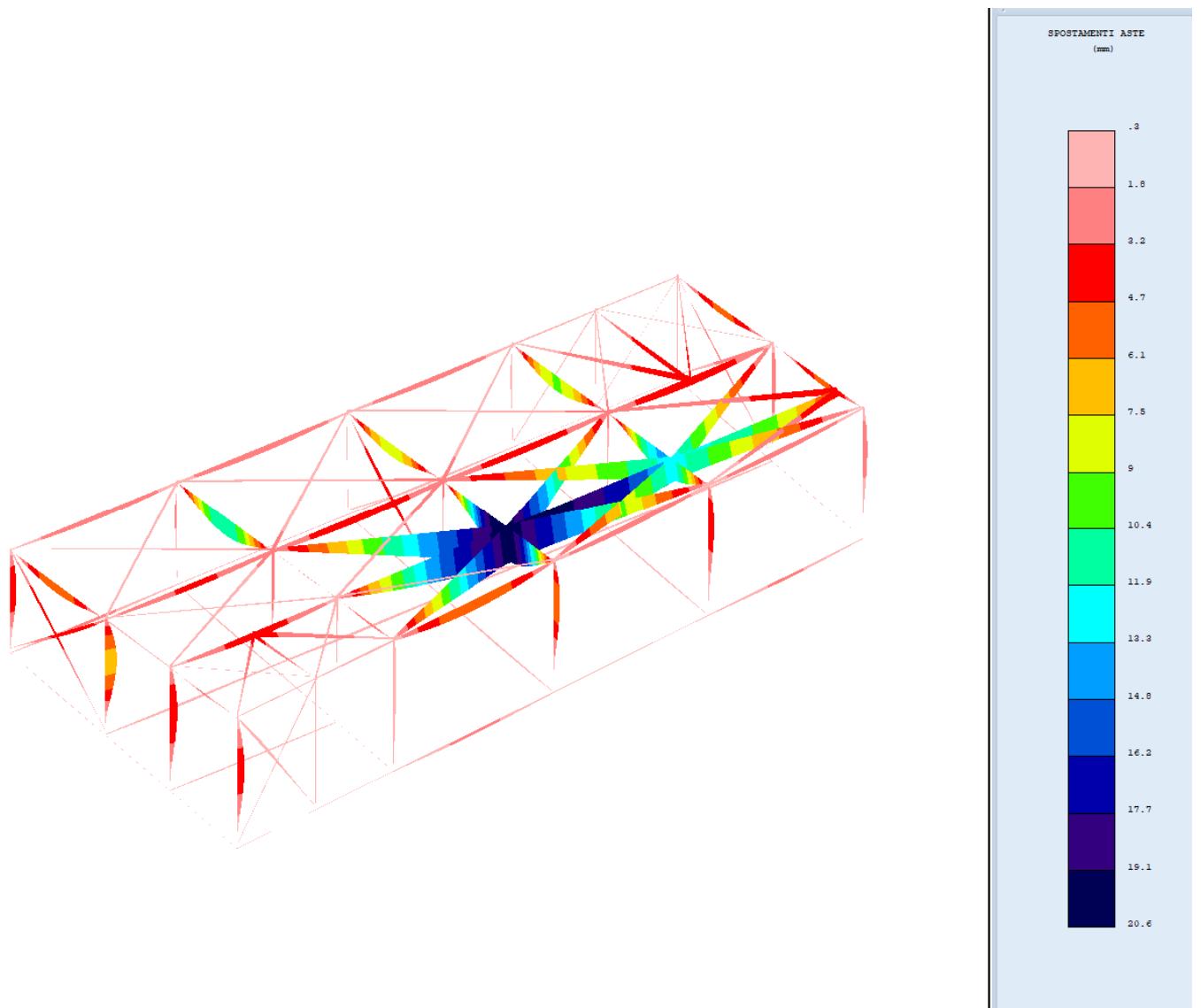


Figura 16: Deformata Carico Vento +X

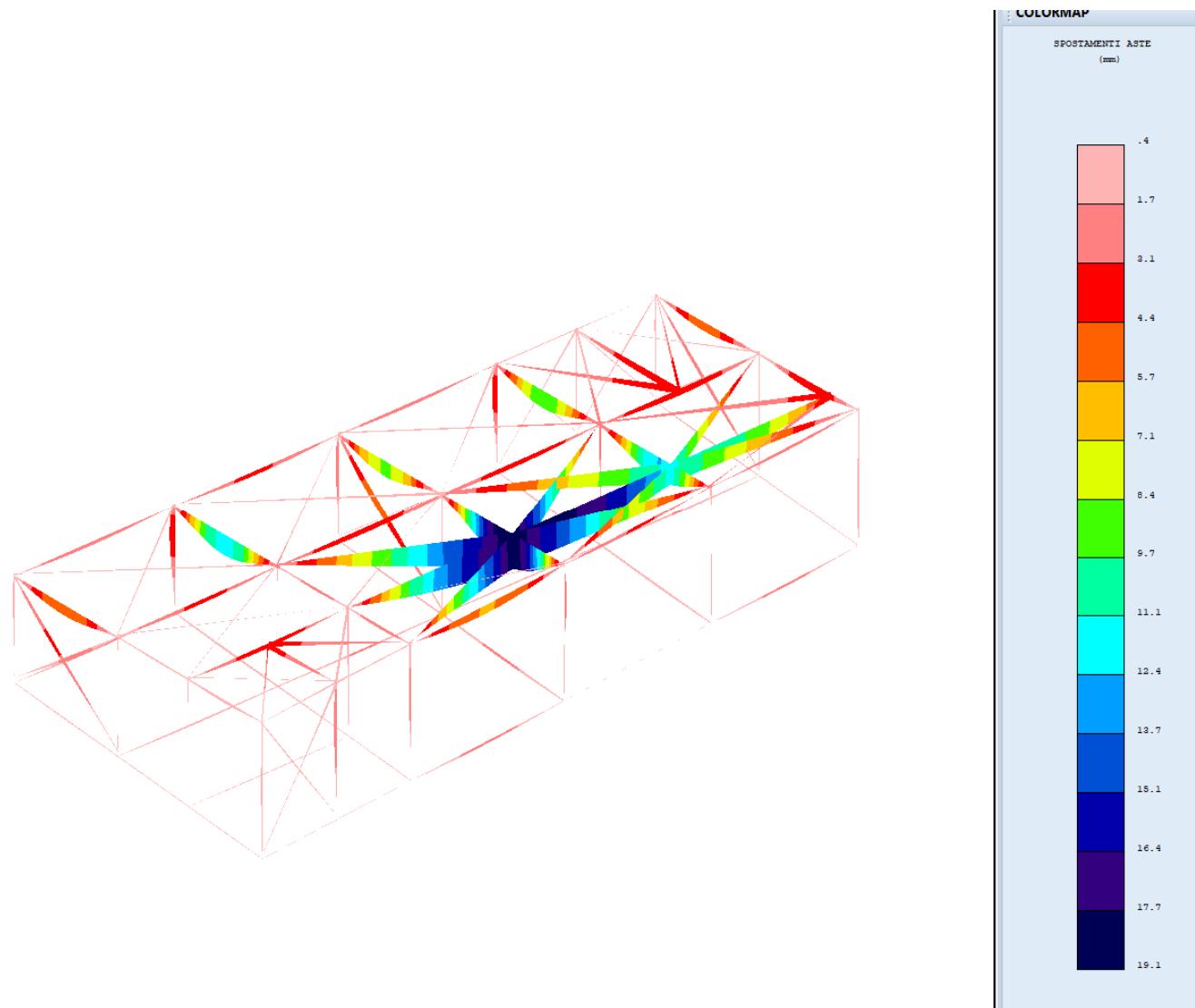


Figura 17: Deformata Carico Vento +Y

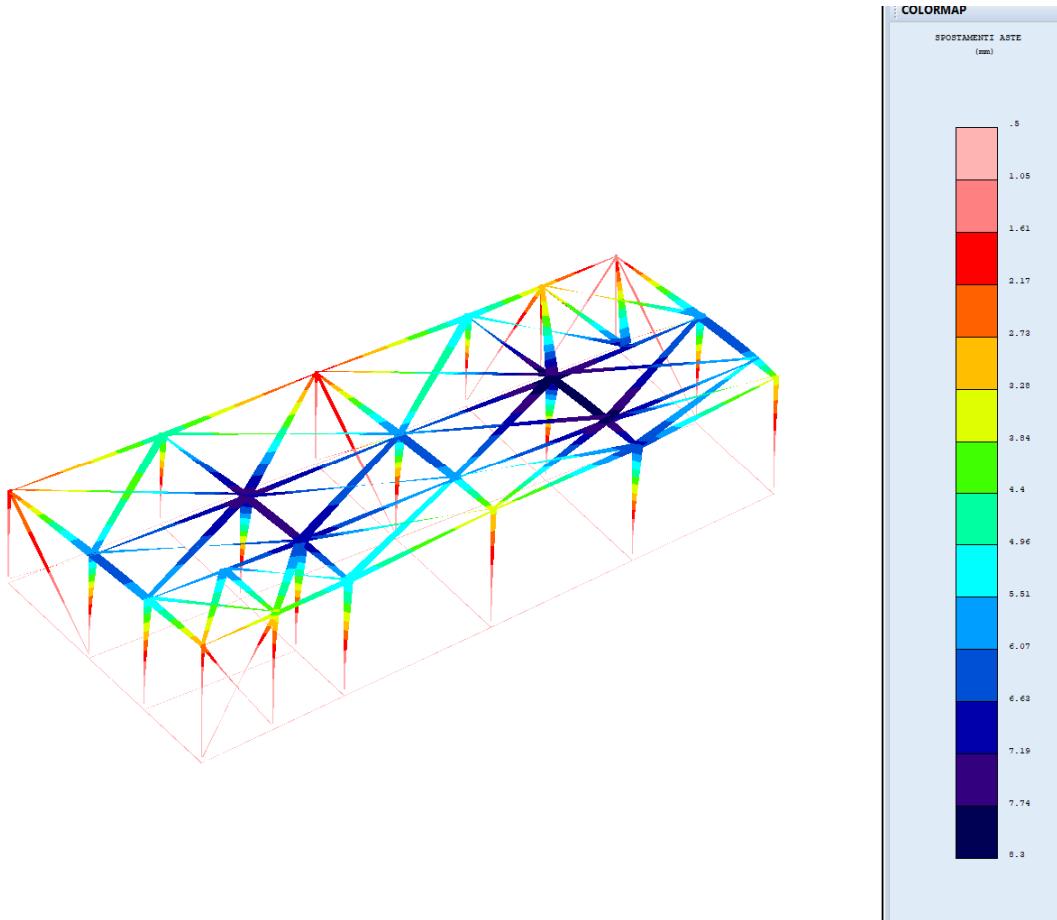


Figura 18: Deformata Sisma direzione X

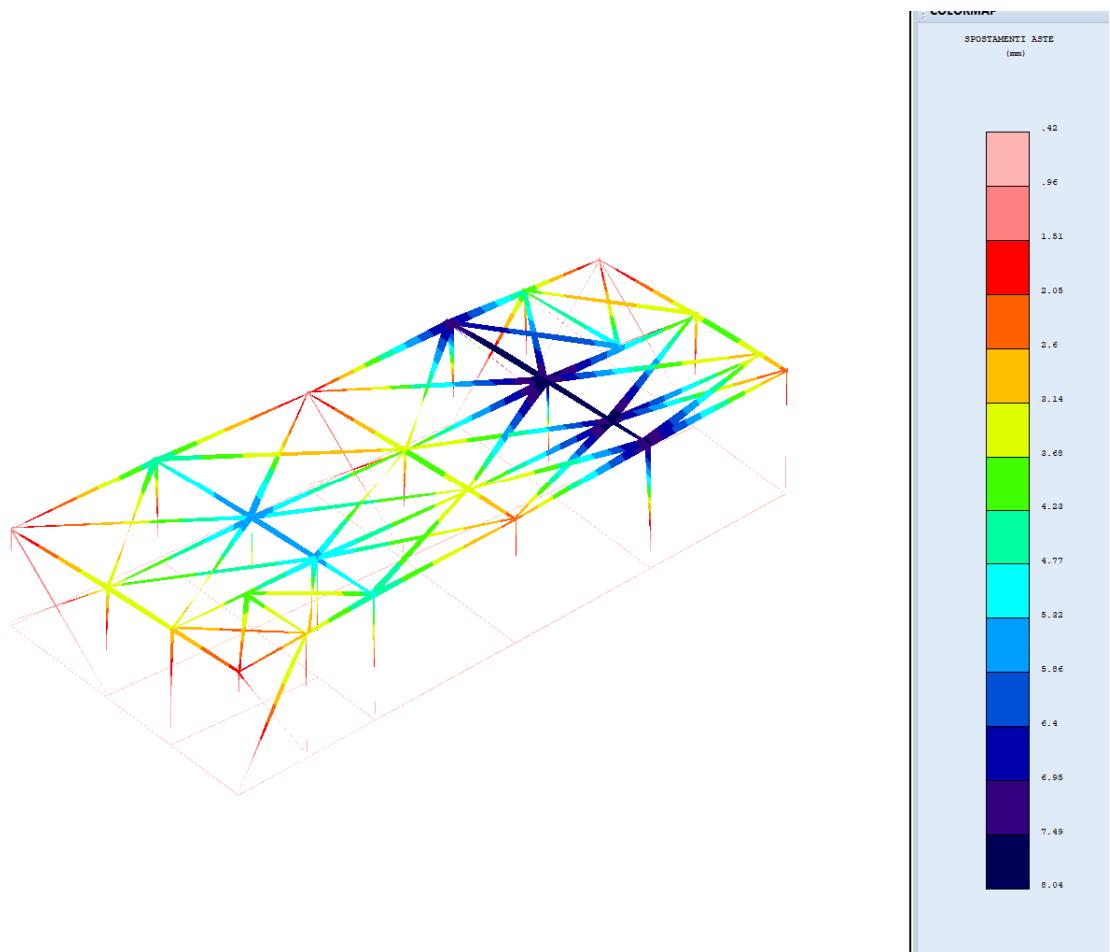


Figura 19: Deformata Sisma direzione Y

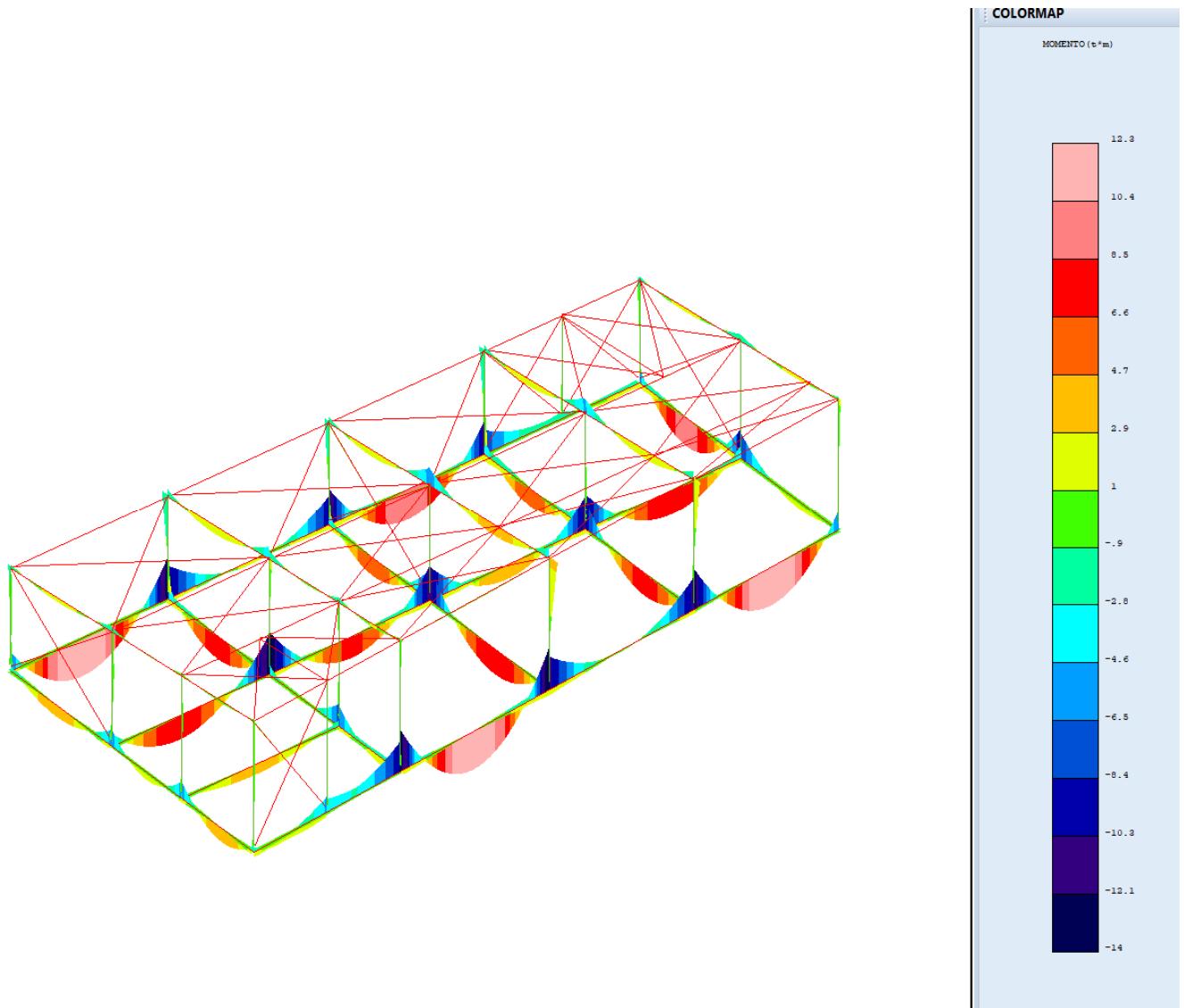


Figura 20: Diagramma del momento flettente M_x – Inviluppo delle combinazioni

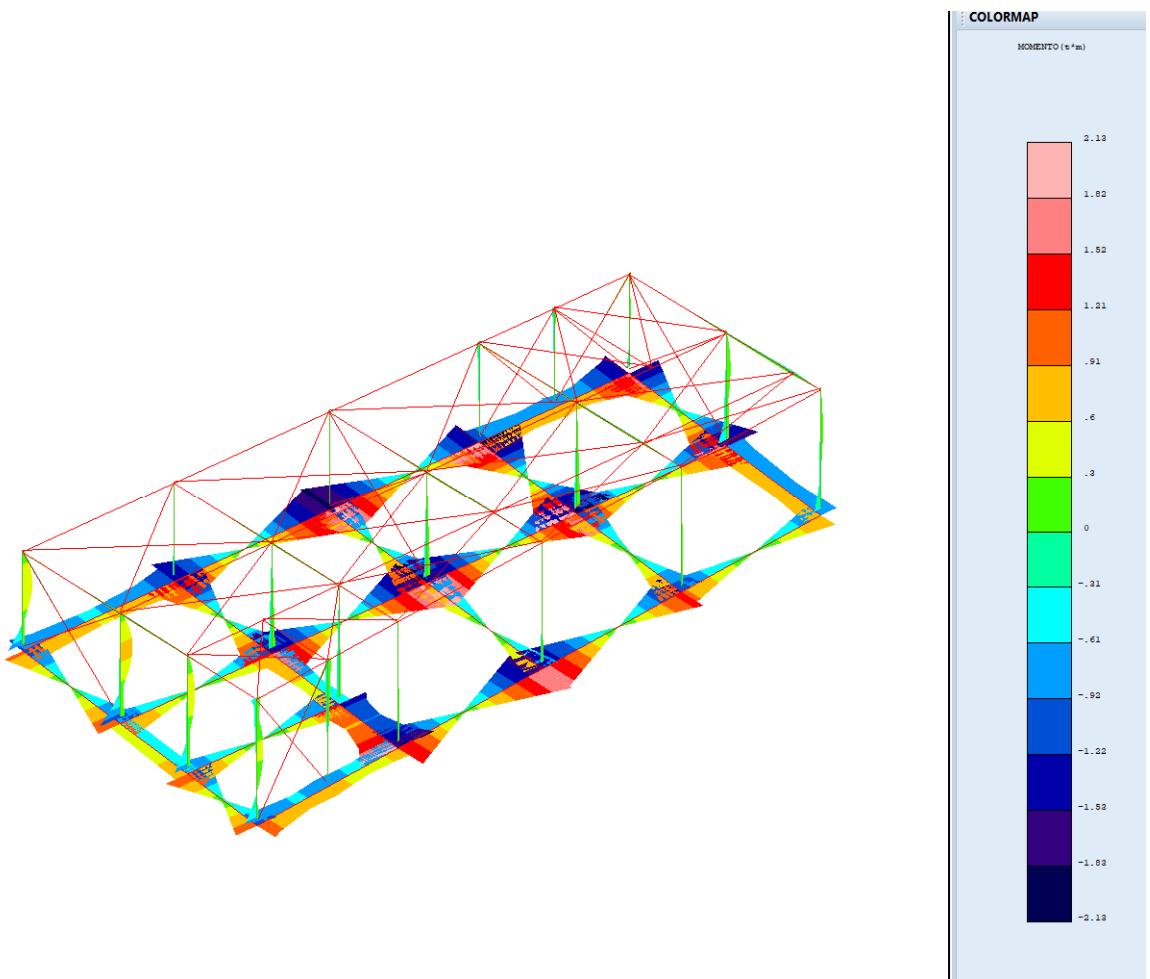


Figura 21: Diagramma del momento flettente My – Inviluppo delle combinazioni

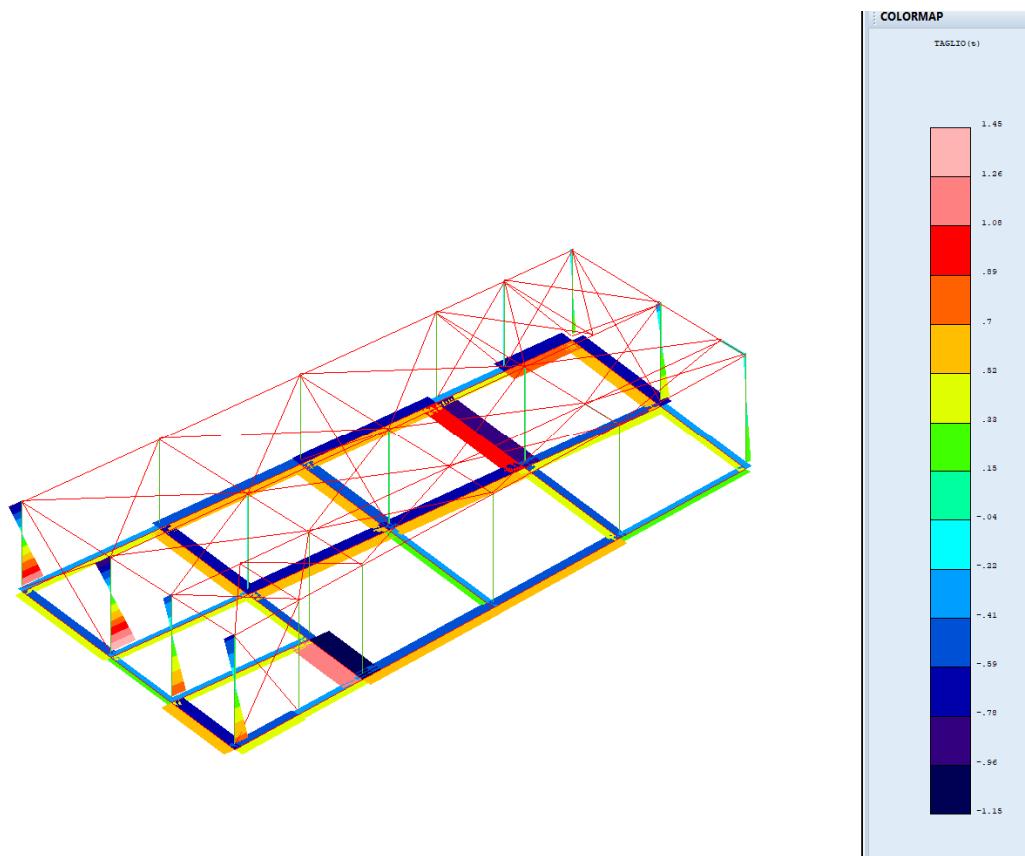


Figura 22: Diagramma del taglio T_x – Involucro delle combinazioni

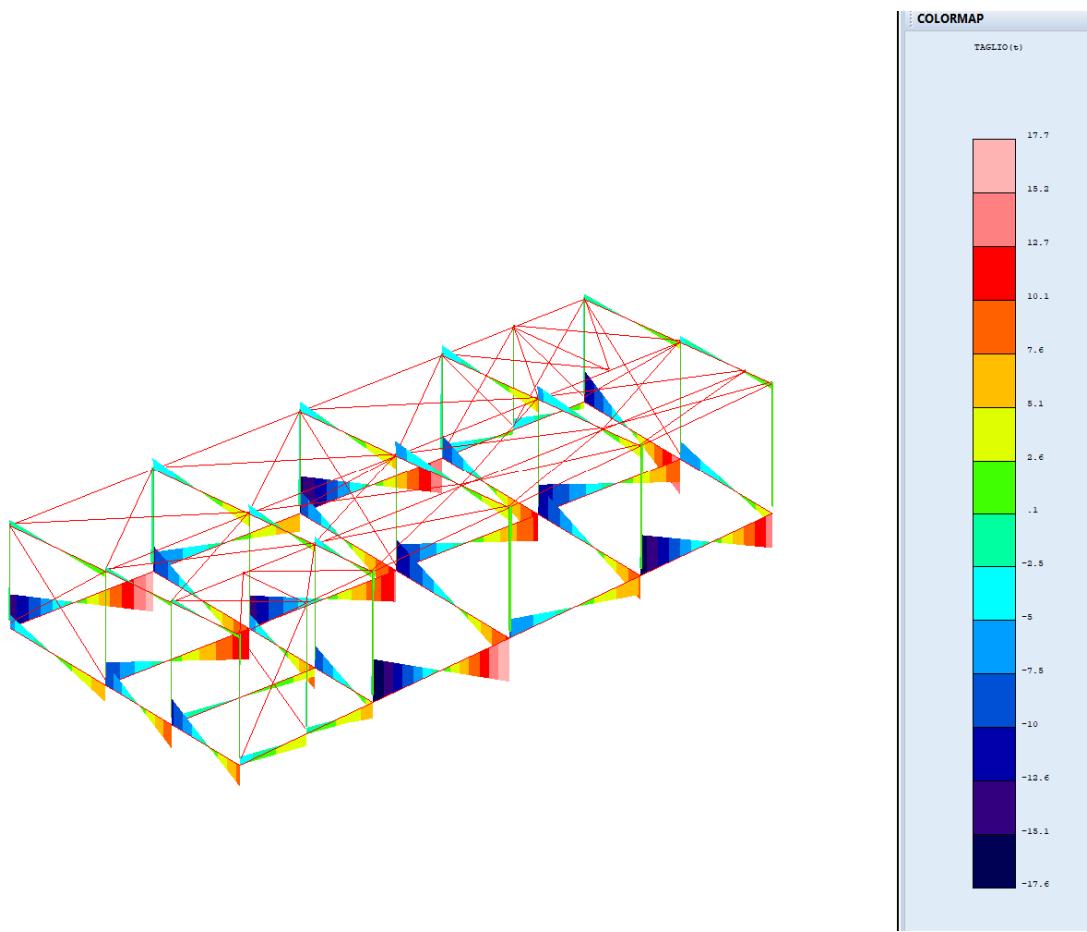


Figura 23: Diagramma del taglio Ty – Inviluppo delle combinazioni

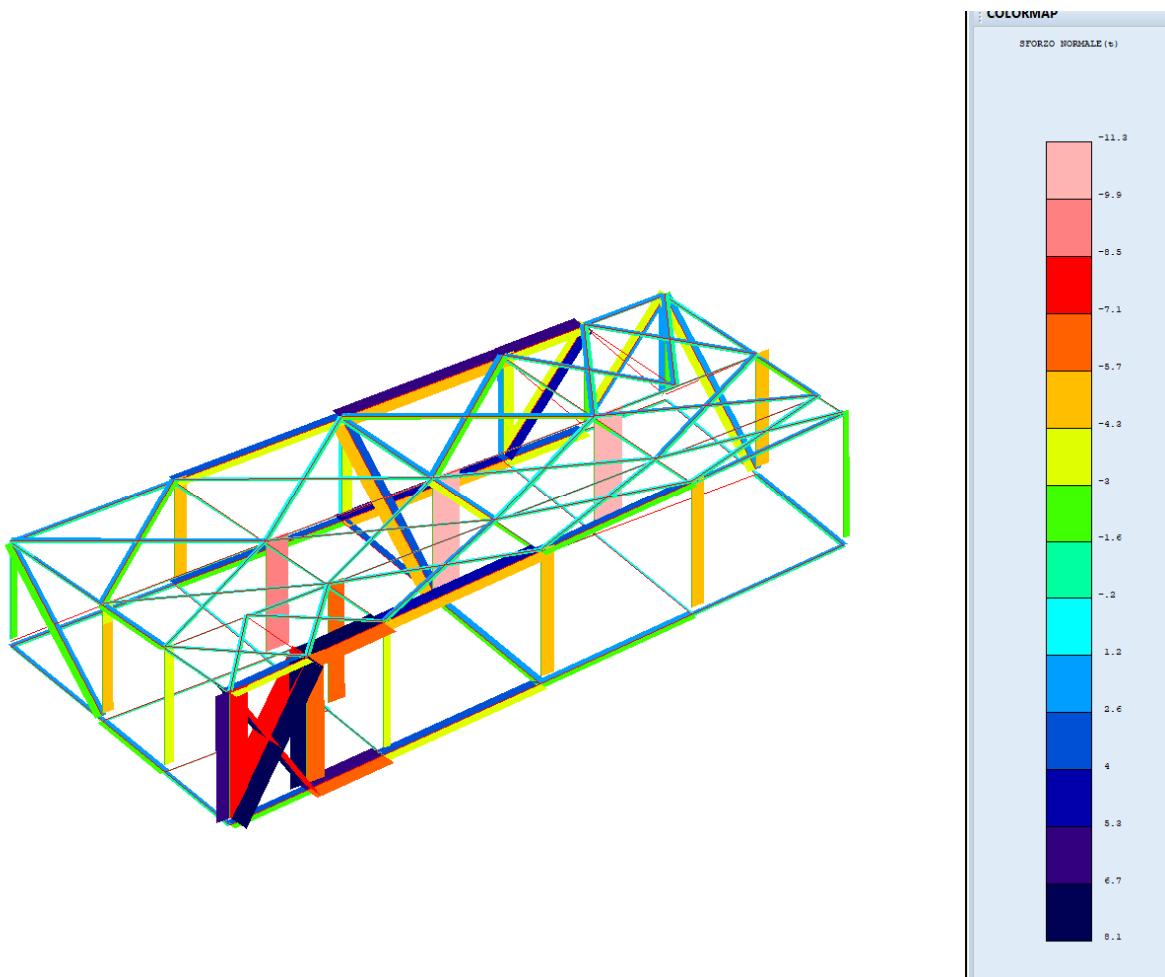


Figura 24: Diagramma dello sforzo normale N – Inviluppo delle combinazioni

ANALISI MODALE

FREQUENZE E MASSE ECCITATE																	
Modo N.ro	Pulsazione (rad/sec)	Periodo (sec)	Smorz Mod(%)	Sd/g SLO	Sd/g SLD	Sd/g SLV X	Sd/g SLV Y	Sd/g SLV Z	Sd/g SLC	Eccitat		SISMA N.ro 1		SISMA N.ro 2		SISMA N.ro 3	
												Massa	Perc.	Massa	Perc.	Massa	Perc.
1	27,956	0,22476	5,0	0,289	0,356	0,478	0,478			28,19	68	4,97	12				
2	31,666	0,19842	5,0	0,289	0,356	0,478	0,478			4,86	12	17,61	43				
3	33,314	0,18860	5,0	0,289	0,356	0,478	0,478			1,81	4	4,86	12				
4	59,715	0,10522	5,0	0,236	0,290	0,411	0,411			0,01	0	0,01	0				
5	76,075	0,08259	5,0	0,210	0,258	0,385	0,385			0,04	0	7,14	17				
6	79,564	0,07897	5,0	0,206	0,253	0,381	0,381			4,45	11	0,28	1				
7	92,978	0,06758	5,0	0,193	0,238	0,368	0,368			0,83	2	1,00	2				
8	97,923	0,06416	5,0	0,189	0,233	0,364	0,364			0,01	0	5,08	12				
9	111,445	0,05638	5,0	0,180	0,222	0,355	0,355			0,30	1	0,08	0				
10	137,024	0,04585	5,0	0,168	0,208	0,343	0,343			0,00	0	0,00	0				
11	164,273	0,03825	5,0	0,159	0,197	0,334	0,334			0,00	0	0,02	0				
12	169,917	0,03698	5,0	0,158	0,195	0,333	0,333			0,00	0	0,01	0				

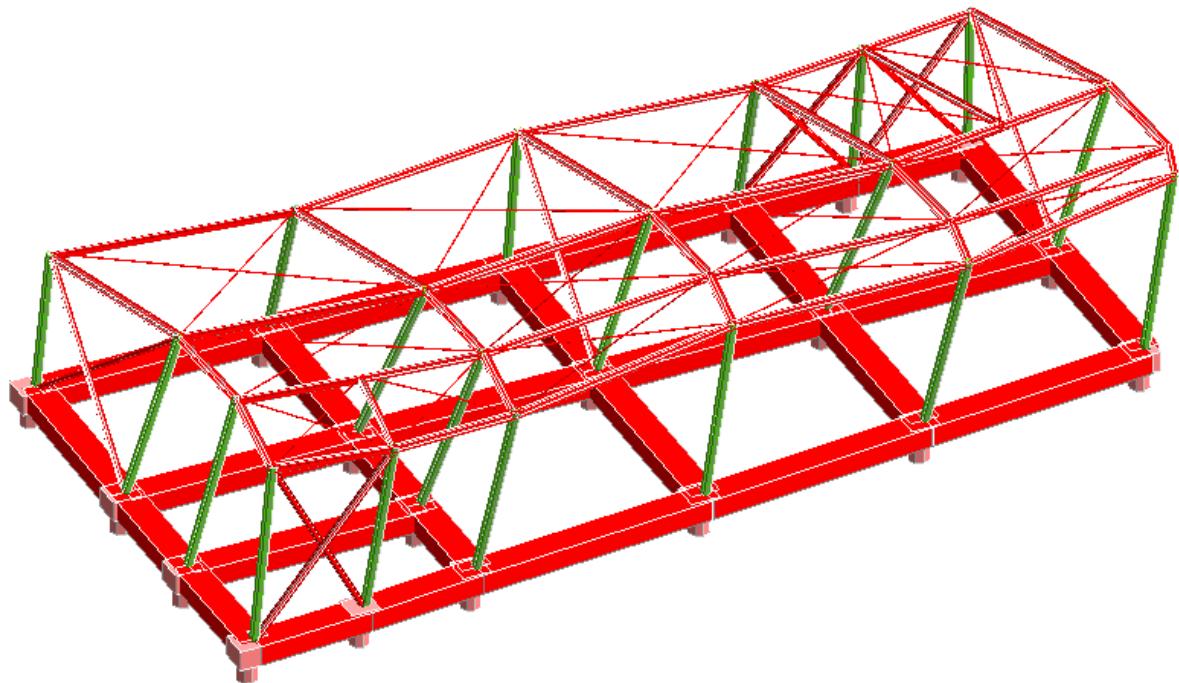


Figura 25: modo n.1

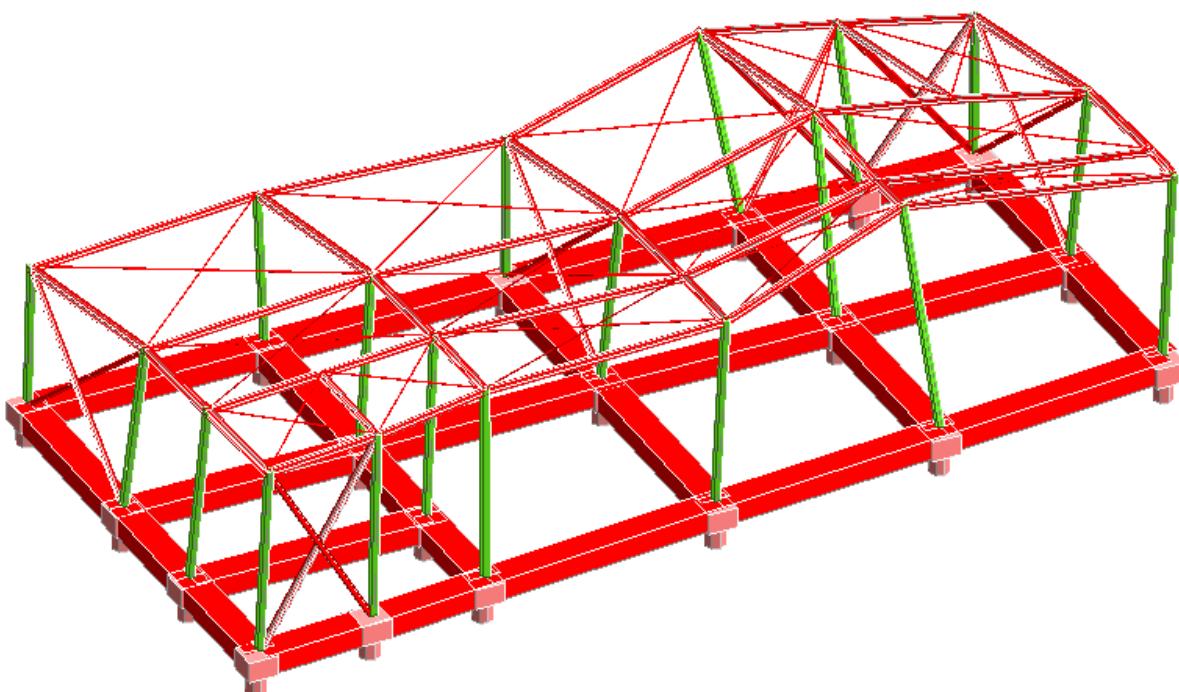


Figura 26: modo n.2

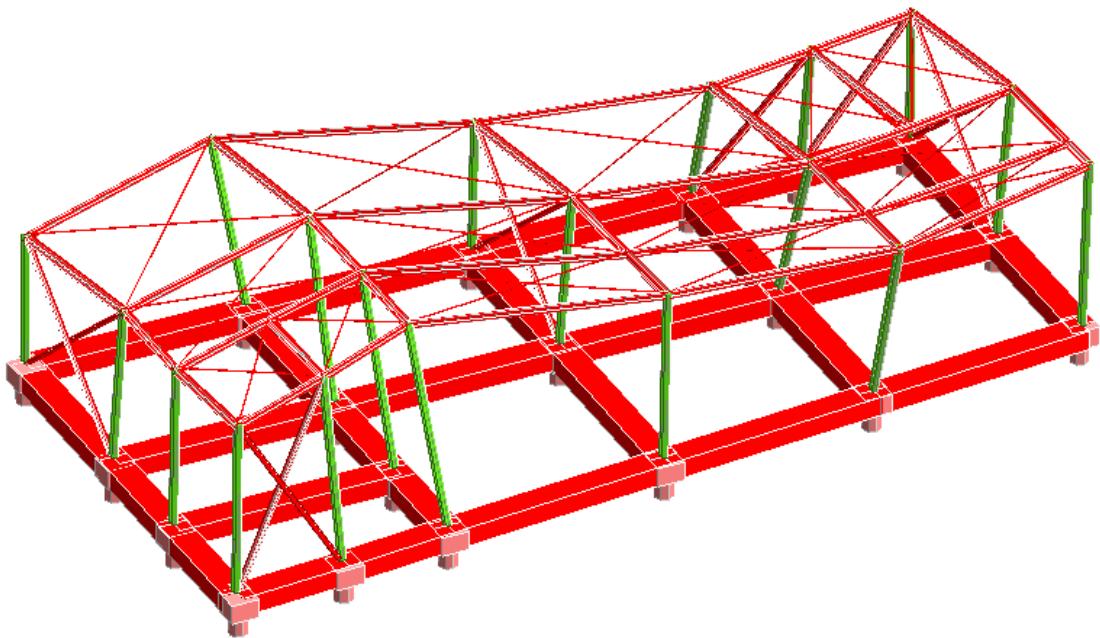


Figura 27: modo n.3

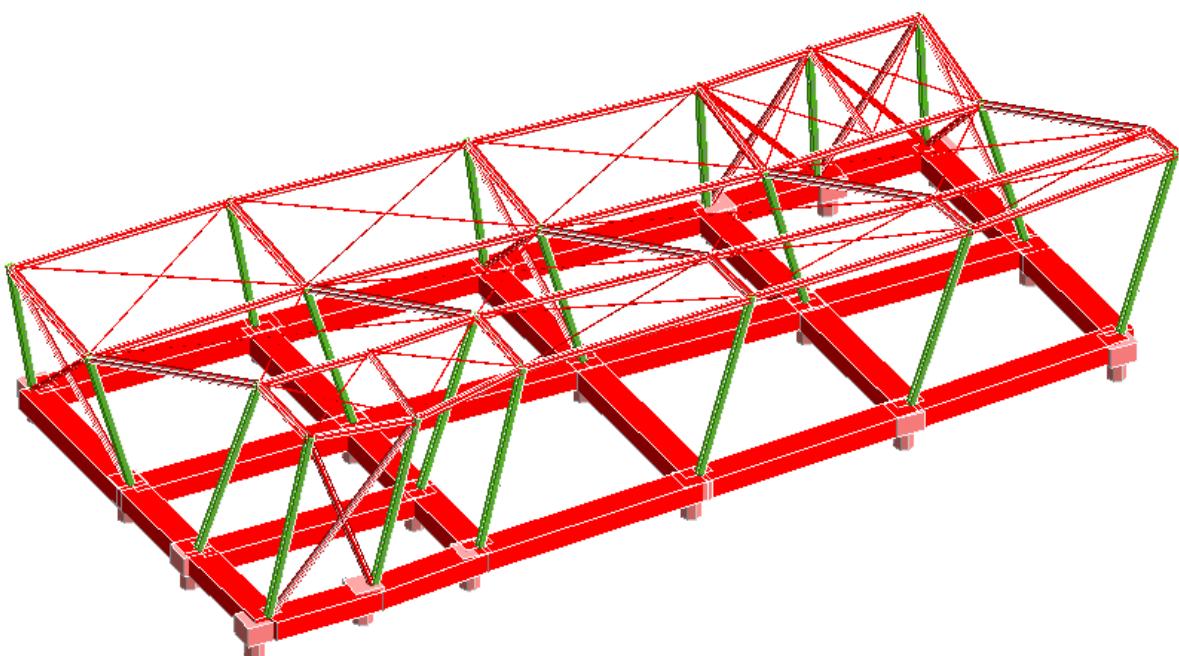


Figura 28: modo n.4

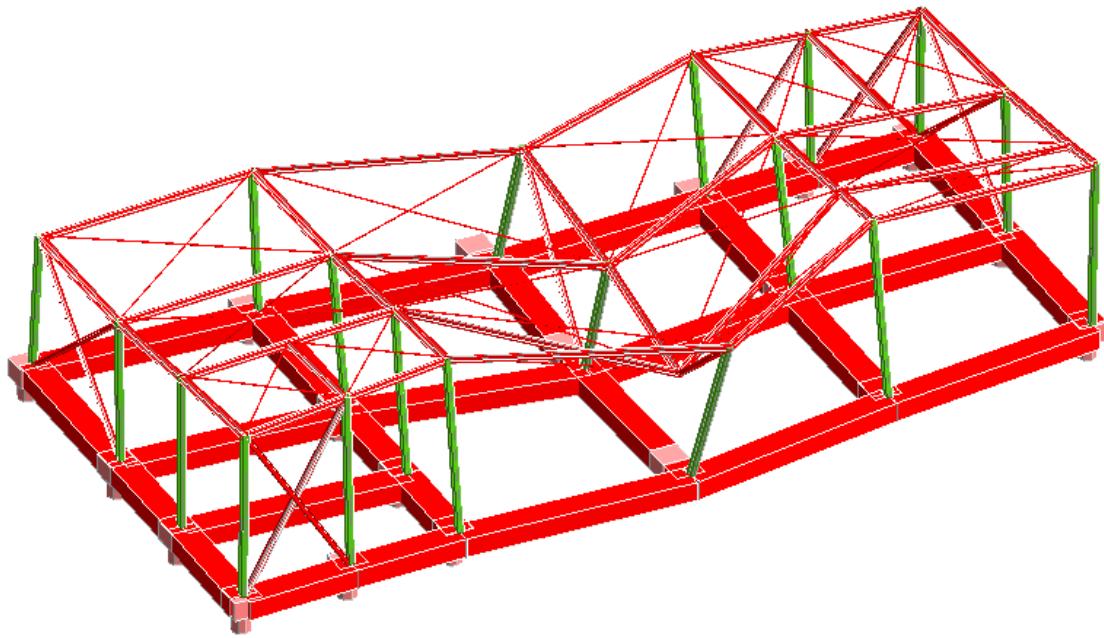


Figura 29: modo n.5

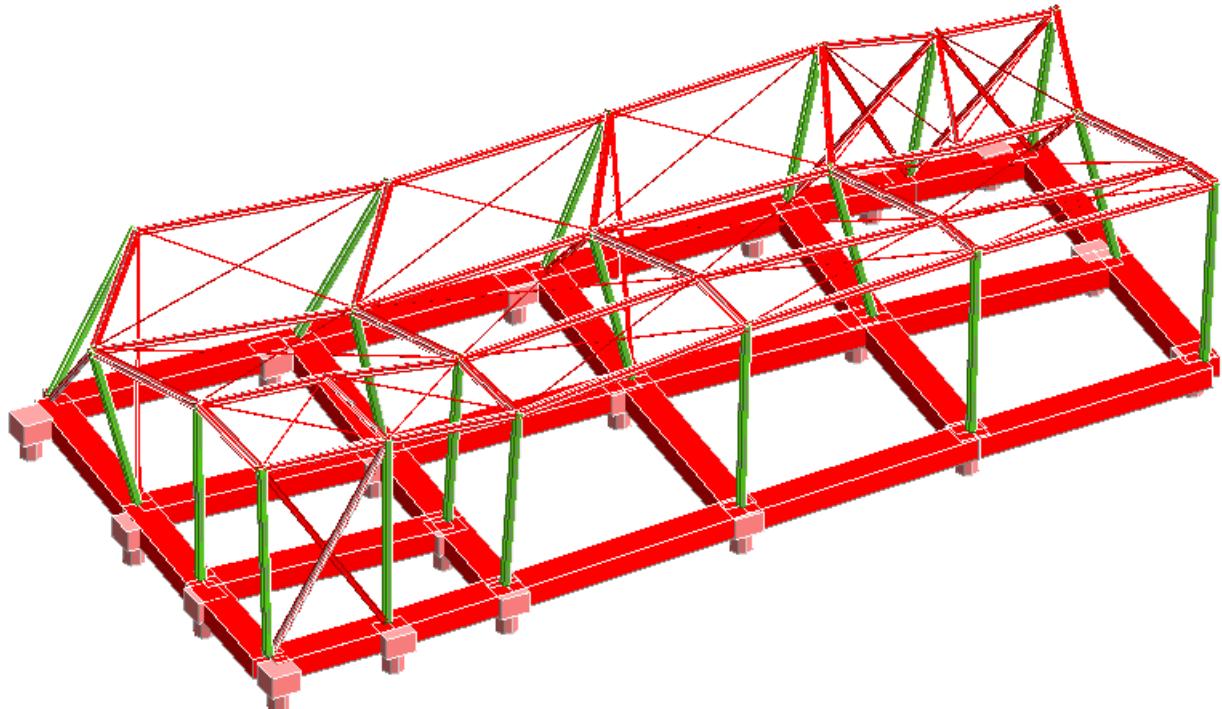


Figura 30: modo n.6

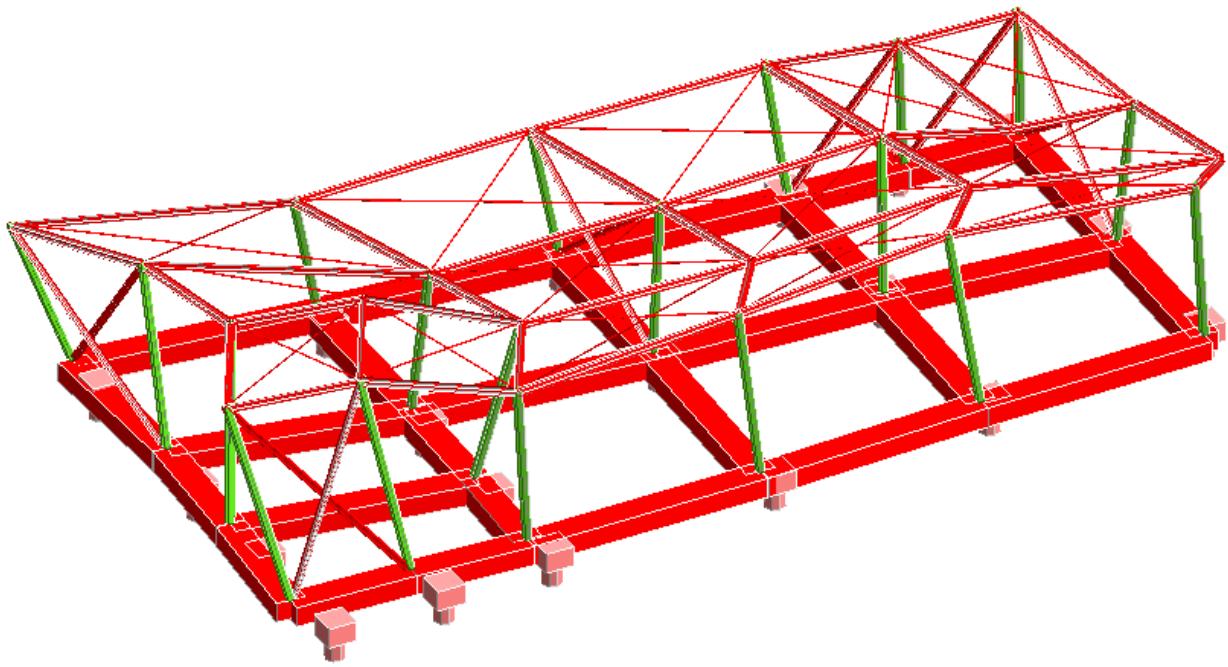


Figura 31: modo n.7

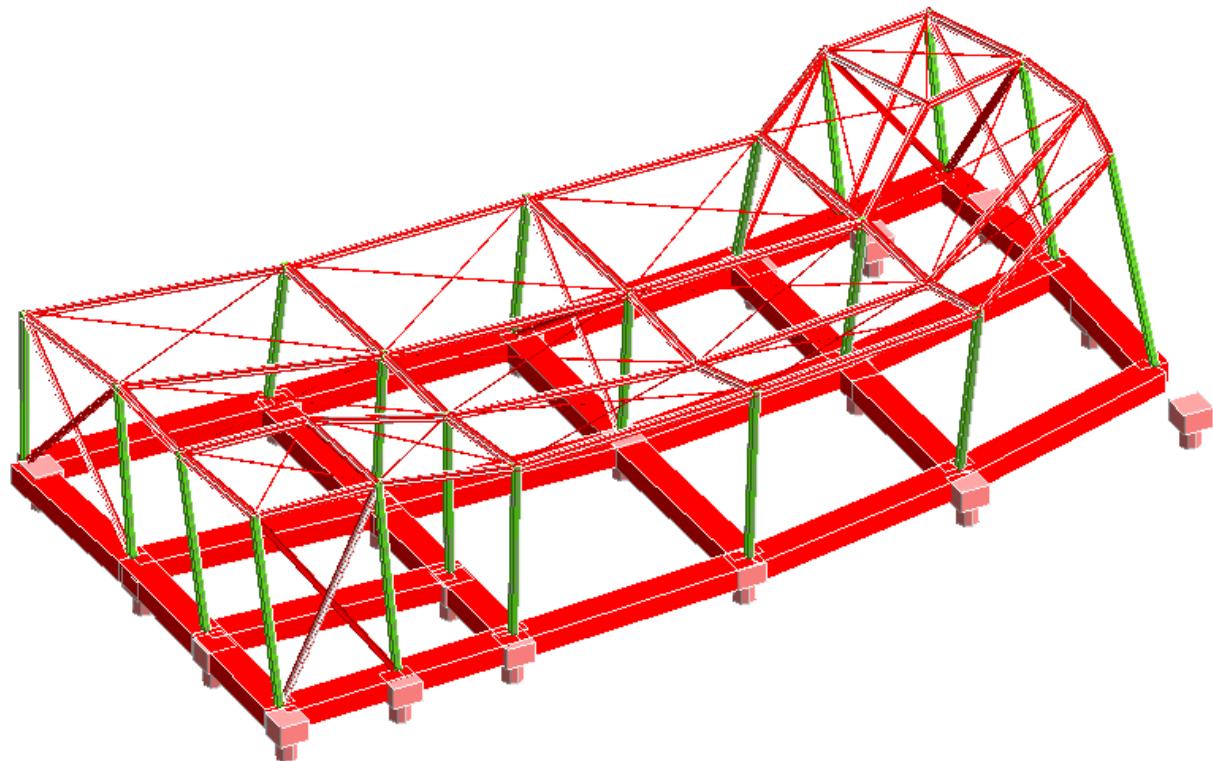


Figura 32: modo n.8

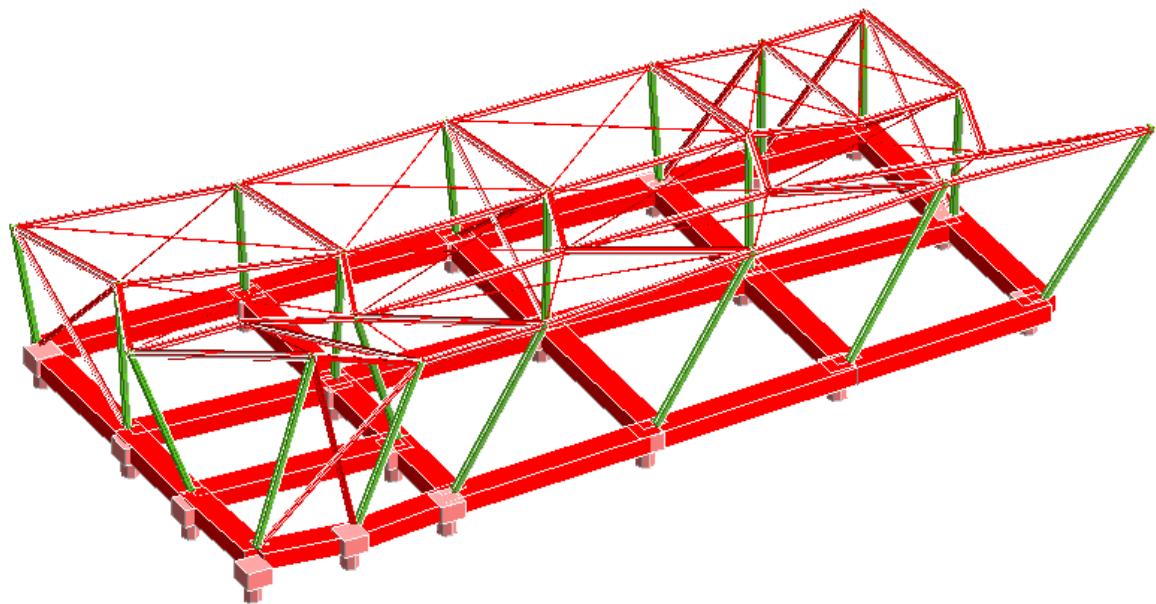


Figura 33: modo n.9

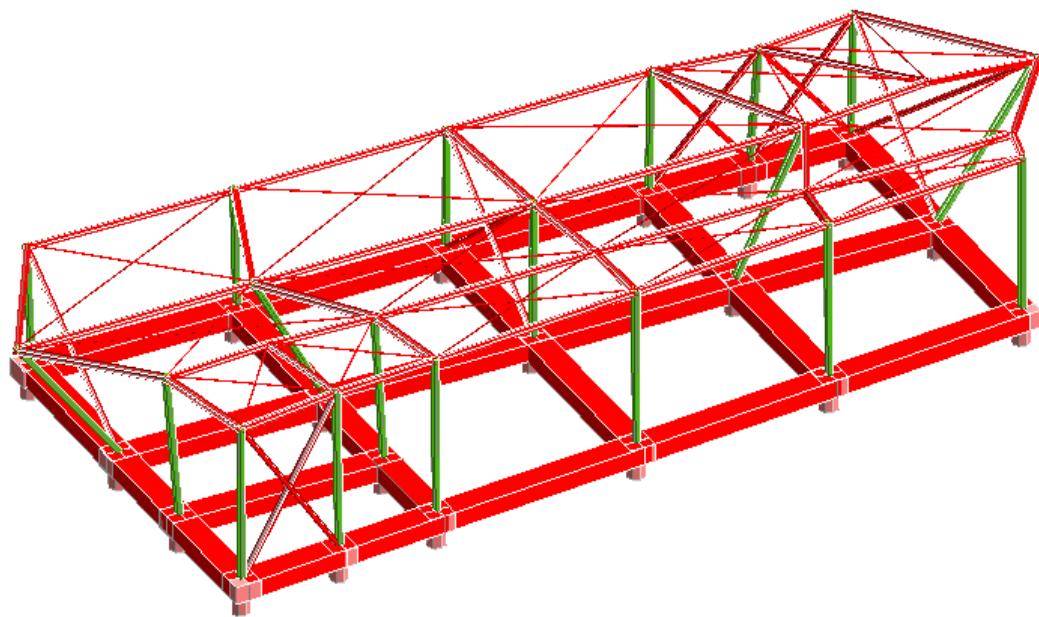


Figura 34: modo n.10

5.4 VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Di seguito vengono riportate le verifiche di sicurezza eseguite sugli elementi della struttura in oggetto.

In particolare, verranno riportate le verifiche di resistenza (SLU) maggiormente significative tra le condizioni statiche (STR-A1) e le condizioni sismiche (SLV). Oltre a questo, ove richiesto, verranno condotte tutte le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE).

Le verifiche degli elementi sono state condotte direttamente dal software di calcolo CDSWin,

Come risultati verranno riportate le verifiche in corrispondenza dell'asta più sollecitata per ogni tipologia e le immagini riassuntive di tutte le verifiche effettuate per ogni singolo elemento, mentre si riportano in Allegato i tabulati strutturali completi.

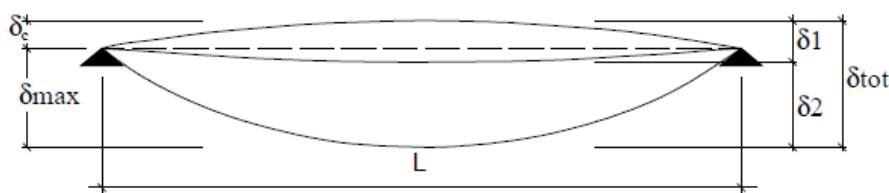
Si precisa che gli elementi strutturali metallici sono stati definiti con profili commerciali.

5.4.1 VERIFICA DI DEFORMABILITA' DELLE TRAVI PRINCIPALI INFLESSE (SLE)

Per quanto riguarda la verifica di deformabilità delle travi in acciaio inflesse si fa riferimento alla combinazione di carico d'esercizio.

Il valore totale dello spostamento ortogonale all'asse della trave è definito come:

$$\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2$$



In cui:

δ_1 =spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti

δ_2 =spostamento elastico dovuto ai carichi variabili.

δ_{max} =spostamento nello stato finale, depurato della monta iniziale (nulla)

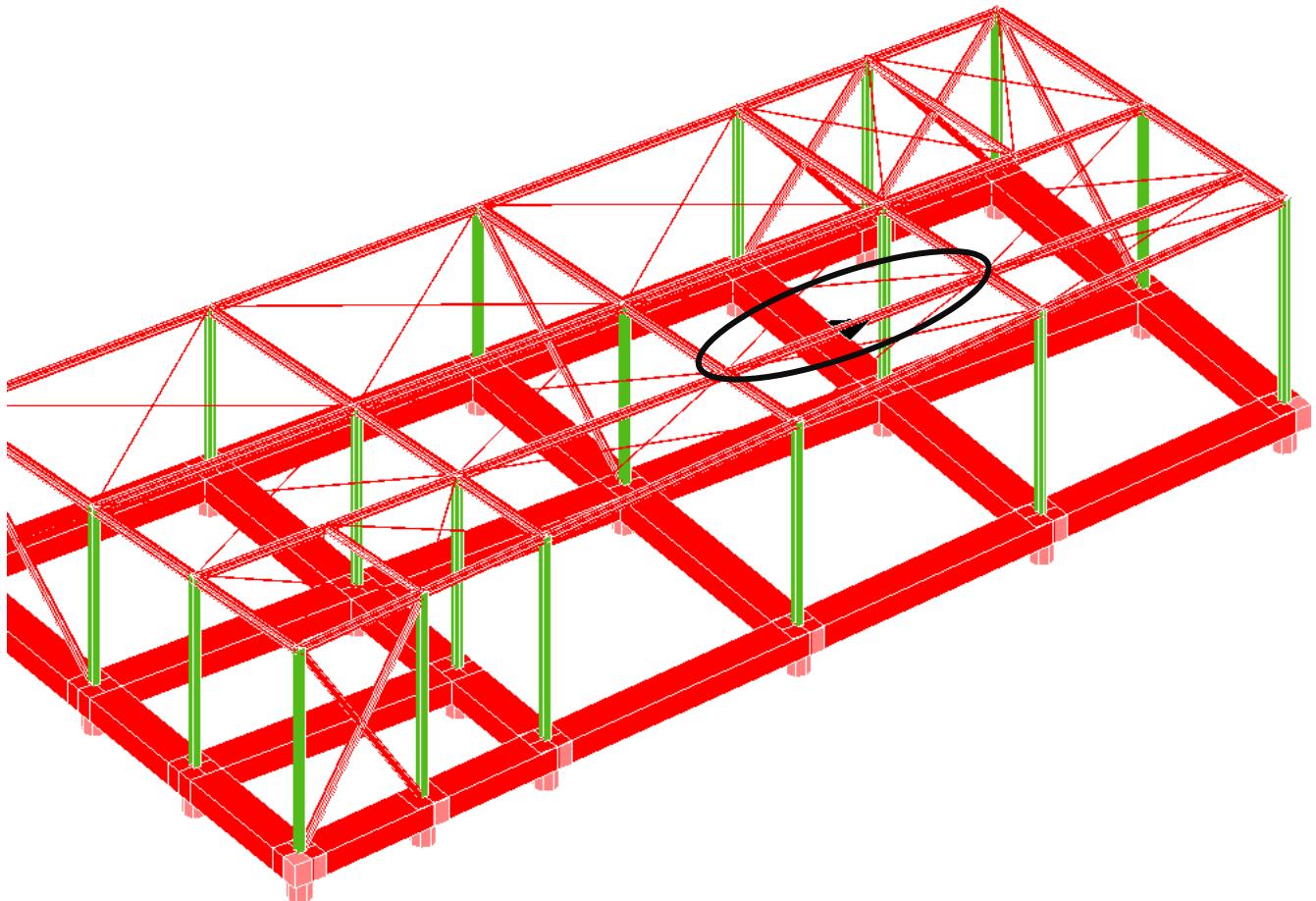
I limiti di deformabilità sono specificati nella tabella 4.2.X del D.M. 17/01/18.

Tabella 4.2.X Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{\max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	
<i>In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.</i>		

Il programma di calcolo esegue la verifica di deformabilità per la freccia totale. Si riporta di seguito la verifica dei profili più sollecitati sulla struttura oggetto di calcolo.

Si riporta di seguito la verifica per la trave HEA 140 più sollecitata:



STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota tto	Tra N.r	Cmb (kg)	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	Vxp1Rd Kg	Vyp1Rd Kg	T Rd kg*m/Kg/cmq	f y rid %	Rap
Sez.N. 65 18 4,22 17 576 0 0 0 70 0 82280 4544 2222 37850 15308 179 2619 1																		
HBA140 qn= -25 11 40 129 0 0 -1 0 82280 4544 2222 37850 15308 179 2619 3																		
Asta: 104 23 4,26 17 577 0 0 0 -70 0 82280 4544 2222 37850 15308 179 2619 1																		
Instab.:l= 567,4 B*1=567,4 -542 86 0 c1=1 t=0,92 lmd=161 Rpf= 5 Rft= 6 Wmax/rel/lim=17,4 1,5 22,7 mm																		

La verifica a deformabilità risulta soddisfatta.

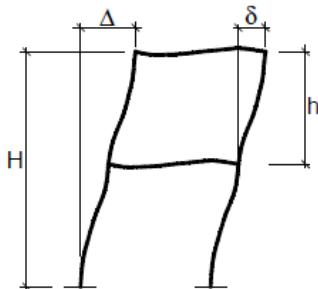
5.4.2 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ LATERALE DEI PILASTRI (SLE)

Per la verifica di deformabilità laterale dei pilastri gli spostamenti laterali della sommità delle colonne devono limitarsi ad una frazione dell'altezza come specificato nella tabella 4.2.XI del D.M. 17/01/18.

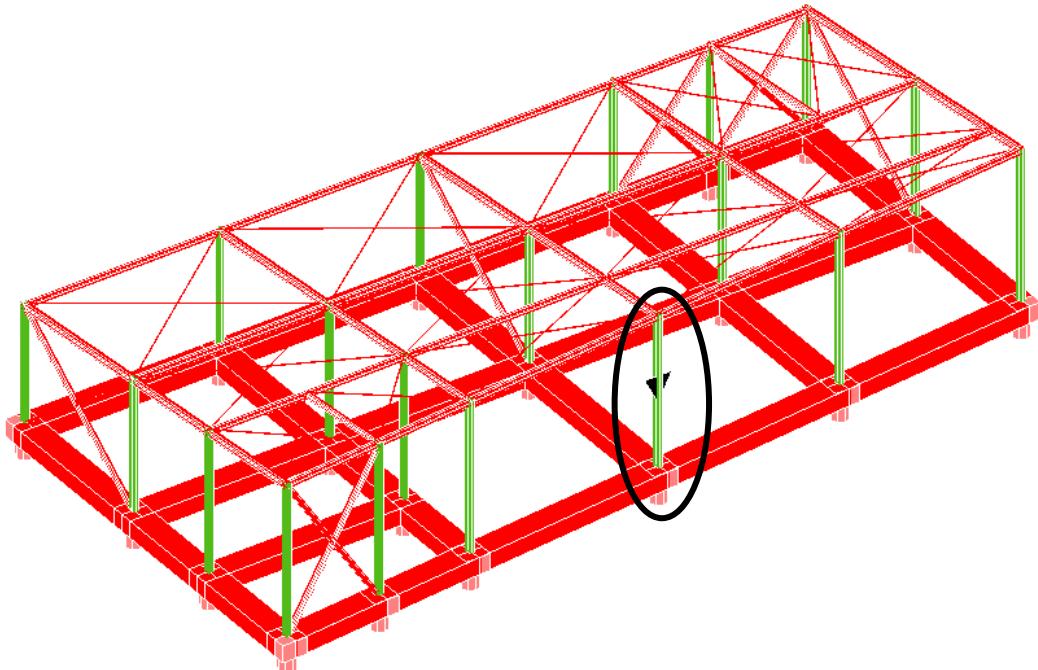
Tabella 4.2.XI Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.



Si riporta di seguito la verifica più gravosa:

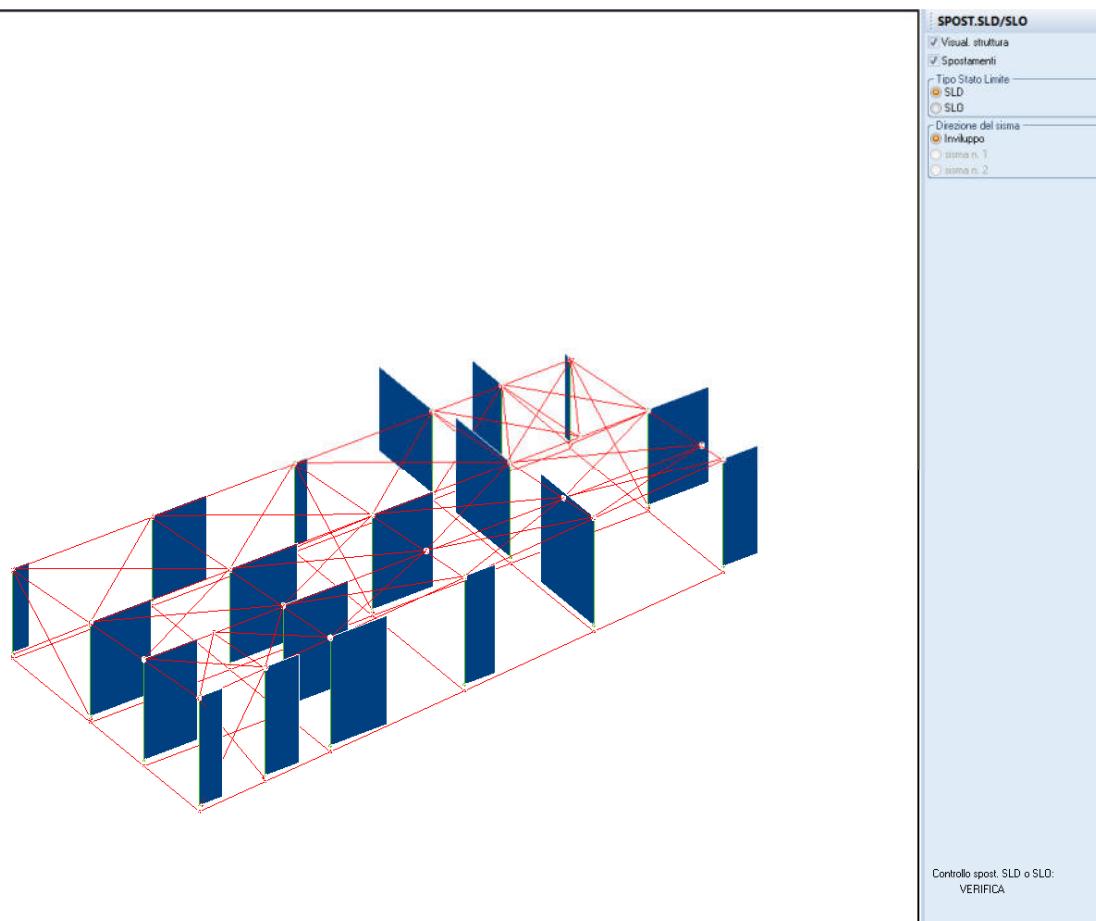


STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili	Quota	Tra	Cmb	N_Sd	MxSd	MySd	VxSd	VySd	T_Sd	N_Rd	MxV.Rd	MyV.Rd	Vxp1Rd	Vyp1Rd	T_Rd	f_y_rid	Rap
						(kg*m)	(kg*m)	(kg)	(kg)		kg	kg*m	kg*m	Kg	Kg	kg*m	Kg/cmq	%
Sez.N. 67	3	4,45	8	-5417	3462	30	2	-1703	0	101543	6421	3081	46470	19977	232	2619	55	
HEA160	qn=	0	4	-5515	773	28	1	-1134	0	101543	6421	3081	46470	19977	232	2619	13	
Asta: 30	3	0,00	4	-5604	-1778	26	1	-1134	0	101543	6421	3081	46470	19977	232	2619	29	
Instab.:1= 445,0	B*1=445,0		-5593	2596		26	cl=1	z=0,92	lmd=111	Rpf= 57	Rft= 57							
Wmax/rel/lim= 4,7 4,7 17,8 mm																		

5.4.3 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI D'INTERPIANO (SLD)

In accordo al punto 7.3.6.1 della Normativa (1), si è verificato che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Nel caso di costruzioni civili ed industriali tale condizione si ritiene soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano "dr" in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori al limite indicato di seguito:

dr < 0,005 h, dove con "h" si indica l'altezza di interpiano.

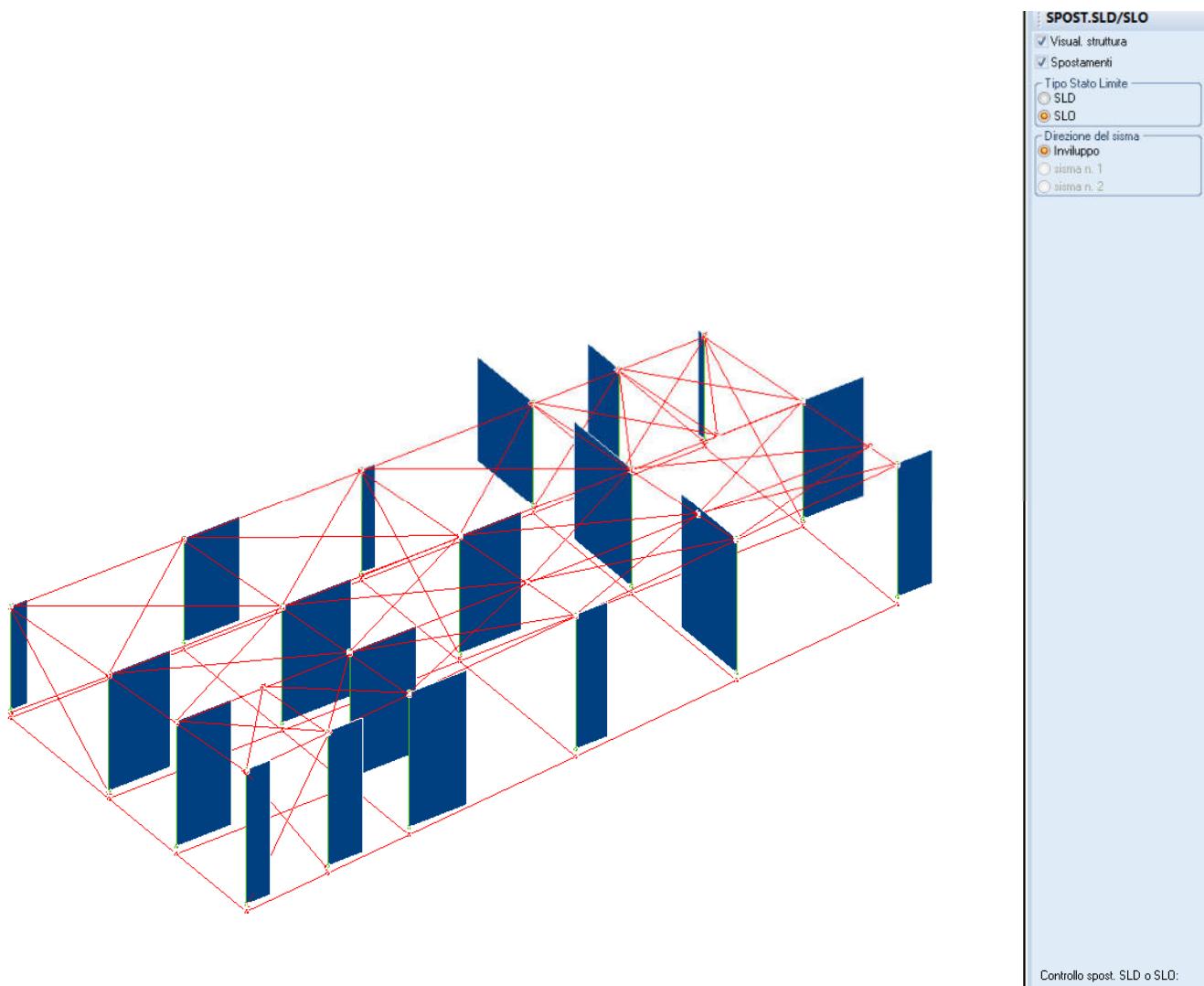


SPOSTAMENTI SISMICI RELATIVI														
IDENTIFICATIVO					INVILUPPO S.L.D.				INVILUPPO S.L.O.					
Filo N.ro	Quota inf. (m)	Quota sup. (m)	Nodo inf. N.ro	Nodo sup. N.ro	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Stringa di Controllo Verifica	
1	0,00	4,45	8	20	1	15	1,895	22,250	1	15	1,565	14,833	VERIFICATO	
2	0,00	4,45	16	21	1	13	4,637	22,250	1	13	3,826	14,833	VERIFICATO	
3	0,00	4,45	17	22	1	15	2,575	22,250	1	15	2,115	14,833	VERIFICATO	
4	0,00	4,45	19	23	1	15	2,829	22,250	1	15	2,325	14,833	VERIFICATO	
5	0,00	4,45	18	24	2	17	6,475	22,250	2	17	5,313	14,833	VERIFICATO	
6	0,00	4,15	7	25	1	15	4,435	20,750	1	15	3,621	13,833	VERIFICATO	
7	0,00	4,19	13	26	1	13	5,337	20,950	1	13	4,385	13,967	VERIFICATO	
8	0,00	3,87	6	27	1	15	5,017	19,350	1	15	4,097	12,900	VERIFICATO	
9	0,00	3,89	9	28	1	13	5,566	19,450	1	13	4,574	12,967	VERIFICATO	
10	0,00	3,91	10	29	1	15	4,988	19,550	1	15	4,075	13,033	VERIFICATO	
11	0,00	3,93	11	30	2	17	6,640	19,650	2	17	5,466	13,100	VERIFICATO	
12	0,00	3,96	12	31	1	15	4,992	19,800	1	15	4,084	13,200	VERIFICATO	
13	0,00	3,45	1	32	1	15	1,388	17,250	1	15	1,152	11,500	VERIFICATO	
14	0,00	3,45	2	33	1	13	4,479	17,250	1	13	3,712	11,500	VERIFICATO	
15	0,00	3,45	3	34	1	15	1,077	17,250	1	15	0,910	11,500	VERIFICATO	
16	0,00	3,45	4	35	2	17	6,474	17,250	2	17	5,322	11,500	VERIFICATO	
17	0,00	3,45	14	36	2	19	0,664	17,250	2	19	0,582	11,500	VERIFICATO	
21	0,00	4,45	15	37	1	13	2,792	22,250	1	13	2,293	14,833	VERIFICATO	
22	0,00	3,45	5	38	2	17	3,582	17,250	2	17	2,958	11,500	VERIFICATO	

5.4.4 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI D'INTERPIANO (SLO)

In accordo al punto 7.3.6.1 della Normativa (1), per le costruzioni in classe d'uso IV deve essere verificato che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi non strutturali, e non comprometta la funzionalità degli impianti, tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Nel caso di costruzioni civili ed industriali tale condizione si ritiene soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano "dr" in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SL0 siano inferiori al limite indicato di seguito:

$dr < 0,033 h$, dove con "h" si indica l'altezza di interpiano.



5.4.5 VERIFICA ASTE IN ACCIAIO

Tutte le verifiche di sicurezza relative agli stati limite SLU e SLE risultano soddisfatte.

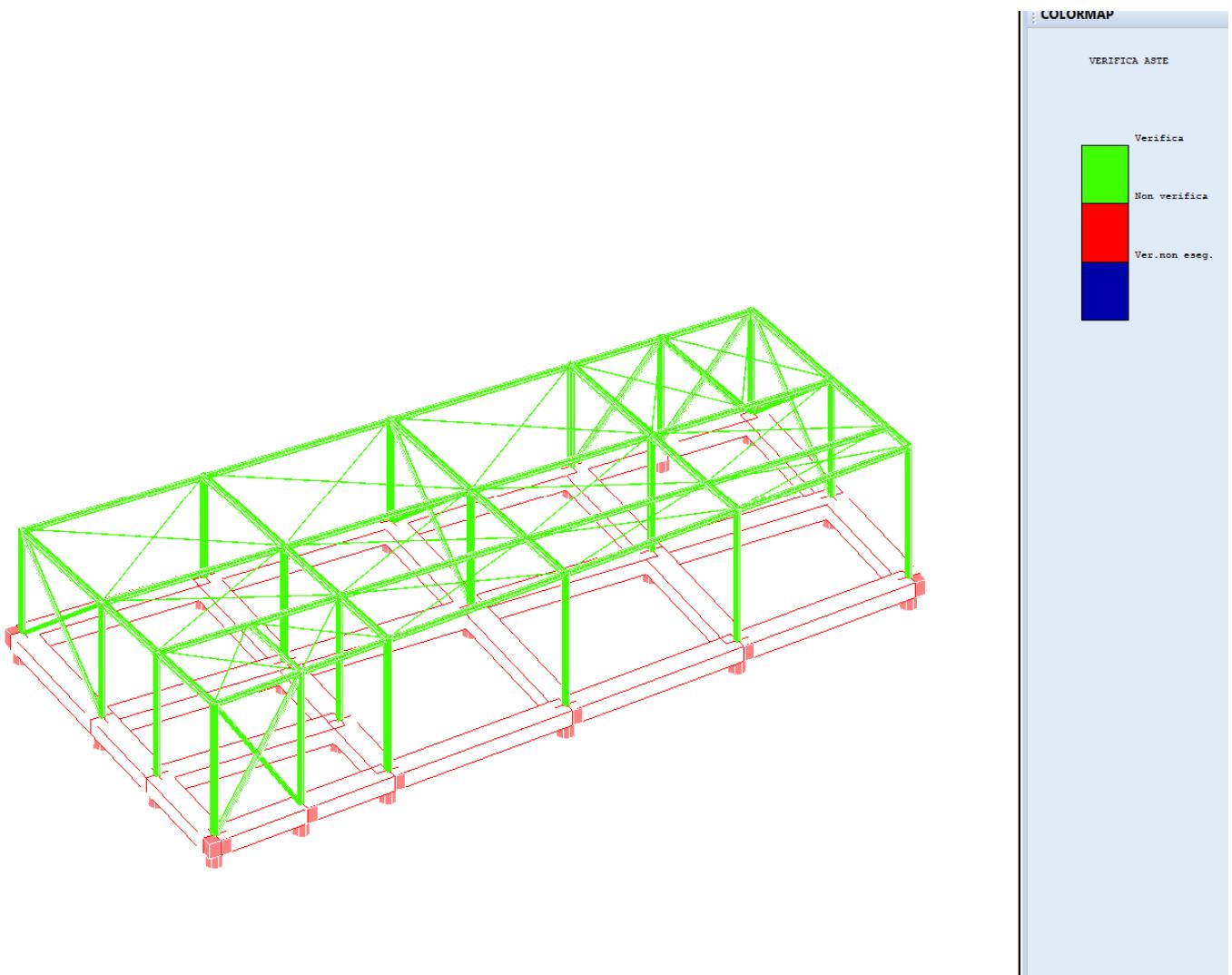


Figura 2: Verifiche aste in acciaio

Si riporta di seguito l'immagine relativa ai coefficienti di sicurezza a pressoflessione di tutte le aste e i risultati delle verifiche condotte in corrispondenza delle aste più sollecitate.

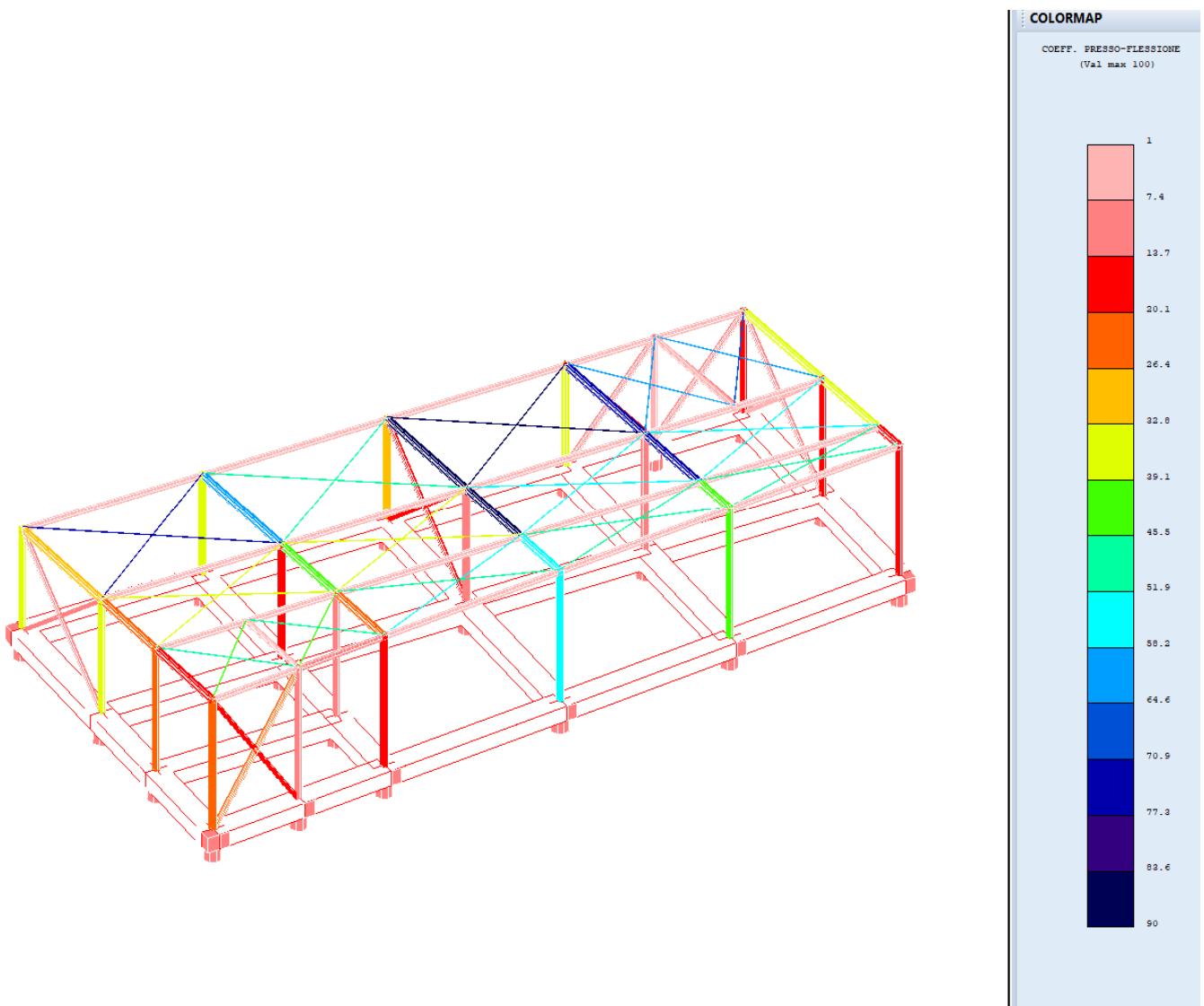


Figura 3: Coefficienti di sicurezza a pressoflessione

5.5 VERIFICA SOLETTA DEL MARCIAPIEDE IN C.A.

Si riporta di seguito la verifica della soletta in c.a. degli sbalzi al piano terra della struttura, considerando i seguenti dati:

Caratteristiche costruttive e geometriche:

Soletta in c.a. spess. 16 cm. Luce di calcolo 1,2 m

Analisi dei carichi:

$$P_1 = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_2 = 120 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q = 400 \text{ Kg/m}^2$$

Per una striscia di 1,0 metro

$$P_1^* = \alpha \times 400 \times 1.0 = 1,4 \times 400 \times 1,0 = 560 \text{ Kg/ml}$$

$$P_2^* = \alpha \times 240 \times 1.0 = 1,4 \times 120 \times 1,0 = 168 \text{ Kg/ml}$$

$$Q^* = \alpha \times 400 \times 1.0 = 1,4 \times 400 \times 1,0 = 560 \text{ Kg/ml}$$

$$F = \gamma_{G1} P_1^* + \gamma_{G2} P_2^* + \gamma_Q Q^* = 2165 \text{ Kg/ml}$$

Lo schema di calcolo è il seguente:

Flessione:

$$M = p * x l^2 / 2 = 1.787 \times 1,20^2 / 2 = -1.287 \text{ Kg x m}$$

Taglio:

$$T = p * x l = 1.787 \times 1,20 = 2.145 \text{ Kg}$$

Verifiche:

Armature : Sup.= 5 ϕ 12

Inf.= 5 ϕ 12

Sezione di calcolo:

Rettangolare : 100 x 16 cm (copriferro 2,5 cm)

Verifica a Flessione

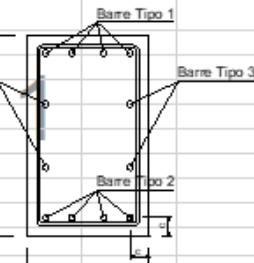
VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA ELEMENTO RETTANGOLARE IN CA

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO		Trave
Rck	30,00	Mpa resistenza cubica a compressione
fck	25,00	Mpa resistenza caratteristica cilindrica a compressione
fcd	16,67	Mpa resistenza di calcolo a pressoflessione (curva $\sigma-\epsilon$)
α_{cc}	1,00	coefficiente per carichi lunga durata di fcd per curva $\sigma-\epsilon$ cls
ϵ_{c2}	2,00E-03	deformazione plasticizzazione a compressione
ϵ_{cu}	3,50E-03	deformazione ultima a flessione
γ_m	1,50	coefficiente di sicurezza
FC	1,20	Fattore di confidenza
E	31476	Mpa modulo elastico diagramma $\sigma-\epsilon$
ACCIAIO BARRE		
	B450C	tipo acciaio
Ea	209000	Mpa modulo elastico
ftk	540	Mpa tensione caratteristica di rottura acciaio
fyk	430	Mpa tensione caratteristica a snervamento acciaio
fyd	373,9	Mpa resistenza di calcolo
γ_m	1,15	coefficiente di sicurezza
ϵ_{ud}	0,0675	deformazione a rottura di calcolo a trazione

GEOMETRIA SEZIONE

L	1000	mm lunghezza elemento (Altezza per pilastro, luce per trave)
B	1000	mm larghezza sezione
H	160	mm altezza sezione
c'	35	mm coprifero
h	125	mm altezza netta
yc	80,00	mm baricentro della sezione in CA
nf1	5	numero barre superiori - tipo1
ϕf_1	12	mm diametro barre superiori
nf2	5	numero barre inferiori - tipo2
ϕf_2	12	mm diametro barre inferiori
Af1	565	mm^2 armatura totale superiore compressa
Af2	565	mm^2 armatura totale inferiore tesa
nf3	0	numero barre di parete per lato - tipo3
ϕf_3	14	mm diametro barre di parete
Af3	0	mm^2 armatura totale di parete (per ogni faccia) - tipo3



SFORZO NORMALE RESISTENTE A COMPRESSIONE SEMPLICE SLU

Nrd,max 2556,2 KN Sforzo Normale resistente a compressione semplice

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA - SLU

Nsd		KN Sforzo Normale agente (Nmin=-422KN, Nmax =3089KN)
Msdx	-13,0	KNm Momento flettente agente
Msdy		KNm Momento flettente agente
Nrd	0,0	KN Sforzo normale resistente
Mrdx	-27,53	KNm Momento flettente resistente
Mrdy	0,00	KNm Momento flettente resistente
Xc	26,11	mm Posizione asse neutro
S	2,118	Coefficiente di Sicurezza
VERIFICATO		

Calcola MRd

Verifica a Taglio

VERIFICA A TAGLIO-TORSIONE - SLU					
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI					
CALCESTRUZZO					
Rck	30,00	Mpa	resistenza cubica a compressione		
fck	25,00	Mpa	resistenza caratteristica cilindrica a compressione		
fcd	16,67	Mpa	resistenza di calcolo a taglio		
acc	1,00		coefficiente per carichi lunga durata di fcd per curva σ-ε cls		
ec2	0,0020		deformazione plasticizzazione a compressione		
εcu	0,0035		deformazione ultima a flessione		
γM	1,50		coefficiente di sicurezza		
FC	1,20		Fattore di confidenza		
E	31476	Mpa	modulo elastico diagramma σ-ε		
ACCIAIO BARRE					
	B450C		tipo acciaio		
Ea	209000	Mpa	modulo elastico		
ftk	540	Mpa	tensione caratteristica di rottura acciaio		
fyk	430	Mpa	tensione caratteristica a snervamento acciaio		
fyd	374	Mpa	resistenza di calcolo (meccanismi fragili)		
γM	1,15		coefficiente di sicurezza		
eud	0,0675		deformazione a rottura di calcolo a trazione		
GEOMETRIA SEZIONE					
	Y	X			
B	1000	160	mm	larghezza sezione	
H	160	1000	mm	altezza sezione	
c'	35	35	mm	copriferro	
h	125	965	mm	altezza netta	
yc	80	500	mm	baricentro della sezione in CA	
nf1	5	2		numero barre superiori - tipo1	
Φf1	12	12,0	mm	diametro barre superiori	
nf2	5	2		numero barre inferiori - tipo2	
Φf2	12	12,0	mm	diametro barre inferiori	
Af1	565	226,2	mm²	armatura totale superiore	
Af2	565	226,2	mm²	armatura totale inferiore	
nf3	0	1		numero barre di parete per lato - tipo3	
Φf3	14	20,78	mm	diametro barre di parete	
Af3	0	339,29	mm²	armatura totale di parete (per ogni faccia) - tipo3	
N° Braccia	1	1	mm	numero braccia resistenti nelle due direzioni	
Φstesse	10,0		mm	diametro delle staffe esistenti	
P_stesse	1000		mm	passo delle staffe esistenti	
A_stesse	79		mmq	sezione delle staffe per un braccio	
AZIONI SOLLECITANTI					
N _{sd}	0	KN	Sforzo Normale sollecitante - Nsd= KN		
V _{sd}	22,0	KN	Taglio sollecitante	0	
T _{sd}		KNm	Torsione sollecitante		
TAGLIO RESISTENTE PER ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO					
τ _{Rd}	0,12	0,12		tensione tangenziale resistente di base	
k	2,000	1,455		coefficiente di ingranamento degli inerti	
p ₁	0,0045	0,0059		rapporto geometrico d'armatura longitudinale tesa (effetto spinotto)	
σ _{op}	0,0000	0,0000	Mpa	tensione media a compressione	
vmin	0,495	0,307	Mpa	resistenza a taglio minima in assenza di effetto spinotto	
V _{Rod0}	61,9	47,4	KN	Taglio resistente	

5.5.1 Progetto e verifica del solaio di piano terra, primo e secondo con Luce 5,25 m:

Caratteristiche costruttive e geometriche:

Analisi dei carichi:

- Peso proprio

solaio rasato (20+4cm): $= 325 \text{ Kg/m}^2$

- Sovraccarico permanente:

coibentazione 10 cm 20 Kg/m^2

incidenza tramezzi a secco 80 Kg/m^2

massetto impianti 40 Kg/m^2

pavimento 20 Kg/m^2

caldana $\underline{50 \text{ Kg/m}^2}$

$$P_2 = 210 \text{ Kg/m}^2$$

Sovraccarico accidentale scuola (C): 300 kg/m^2

Per una striscia di 0.5 metro

$$P1^* = \alpha \times 325 \times 0.5 = 1,0 \times 325 \times 0.5 = 163 \text{ Kg/ml}$$

$$P2^* = \alpha \times 210 \times 0.5 = 1,0 \times 210 \times 0.5 = 105 \text{ Kg/ml}$$

$$Q^* = \alpha \times 300 \times 0.5 = 1,0 \times 300 \times 0.5 = 150 \text{ Kg/ml}$$

$$F = \gamma_{G1} P_1^* + \gamma_{G2} P_2^* + \gamma_{Q1} Q^* = 574 \text{ Kg/ml}$$

Lo schema di calcolo è il seguente:

$$L_{\max} \cong 5,10 \text{ m}$$

$$\text{Appoggi: } M = FxL_{\max}^2/12 = 574 \times 5,10^2 /12 = -1.245 \text{ Kg m}$$

$$T = Fx L_{\max}/2 = 574 \times 5,10 /2 = 1.460 \text{ Kg}$$

$$\text{Mezzerie: } M = FxL_{\max}^2/10 = 574 \times 5,10^2 /10 = 1.493 \text{ Kg m}$$

Sezione e coprifero di calcolo:

la sezione considerata nelle verifiche è la sezione a "T" mostrata in figura:

$$B=50 \text{ cm}$$

$$b=15 \text{ cm}$$

$$H=24 \text{ cm}$$

$$h=4 \text{ cm}$$

Coprifero di calcolo: 2,5 cm

Armature:

Superiore: 2 $\phi 12$ + rete elettrosaldata ($\phi 6/20 \times 20 \Rightarrow 3 \phi 6$ a sezione di verifica)

Inferiore: 2 $\phi 12$

Verifica a Flessione Appoggi

Verifica a Flessione

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA ELEMENTO RETTANGOLARE IN CA		
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI		
CALCESTRUZZO		Trave
Rck	25,10	Mpa resistenza cubica a compressione
fck	20,83	Mpa resistenza caratteristica cilindrica a compressione
fcd	20,83	Mpa resistenza di calcolo a pressoflessione (curva $\sigma-\epsilon$)
α_{cc}	1,00	coefficiente per carichi lunga durata di fcd per curva $\sigma-\epsilon$ cls
ϵ_{c2}	2,00E-03	deformazione plasticizzazione a compressione
ϵ_{cu}	3,50E-03	deformazione ultima a flessione
γ_m	1,50	coefficiente di sicurezza
FC	1,20	Fattore di confidenza
E	30227	Mpa modulo elastico diagramma $\sigma-\epsilon$
ACCIAIO BARRE		
B450C		tipo acciaio
Ea	209000	Mpa modulo elastico
ftk	540	Mpa tensione caratteristica di rottura acciaio
fyk	430	Mpa tensione caratteristica a snervamento acciaio
fyd	373,9	Mpa resistenza di calcolo
γ_m	1,15	coefficiente di sicurezza
ϵ_{ud}	0,0675	deformazione a rottura di calcolo a trazione
GEOMETRIA SEZIONE		
L	5000	mm lunghezza elemento (Altezza per pilastro, luce per trave)
B	120	mm larghezza sezione
H	250	mm altezza sezione
c'	25	mm copriferro
h	225	mm altezza netta
yc	125,00	mm baricentro della sezione in CA
nf1	2	numero barre superiori - tipo1
$\Phi 1$	12	mm diametro barre superiori
nf2	2	numero barre inferiori - tipo2
$\Phi 2$	12	mm diametro barre inferiori
Af1	226	mm ² armatura totale superiore compressa
Af2	226	mm ² armatura totale inferiore tesa
nf3		numero barre di parete per lato - tipo3
$\Phi 3$		mm diametro barre di parete
Af3	0	mm ² armatura totale di parete (per ogni faccia) - tipo3
SFORZO NORMALE RESISTENTE A COMPRESSIONE SEMPLICE SLU		
Nrd,max	669,2	KN Sforzo Normale resistente a compressione semplice
VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEVIATA - SLU		
Nsd	KN	Sforzo Normale agente (Nmin=-169KN, Nmax =794KN)
Msdx	-12,6 KNm	Momento flettente agente
Msdy	KNm	Momento flettente agente
<input type="button" value="Calcola MRd"/>		
Nrd	0,0	KN Sforzo normale resistente
Mrdx	-17,68	KNm Momento flettente resistente
Mrdy	0,00	KNm Momento flettente resistente
Xc	29,45	mm Posizione asse neutro
S	1,403	Coefficiente di Sicurezza
VERIFICATO		

Verifica a Taglio

VERIFICA A TAGLIO-TORSIONE - SLU

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Rck	25,10	Mpa	resistenza cubica a compressione
fck	20,83	Mpa	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
fcd	13,89	Mpa	resistenza di calcolo a taglio
α_{cc}	1,00		coefficiente per carichi lunga durata di fcd per curva $\sigma-\epsilon$ cls
ϵ_{c2}	0,0020		deformazione plasticizzazione a compressione
ϵ_{cu}	0,0035		deformazione ultima a flessione
γ_m	1,50		coefficiente di sicurezza
FC	1,20		Fattore di confidenza
E	30227	Mpa	modulo elastico diagramma $\sigma-\epsilon$

ACCIAIO BARRE

	B450C		tipo acciaio
Ea	209000	Mpa	modulo elastico
ftk	540	Mpa	tensione caratteristica di rottura acciaio
fyk	430	Mpa	tensione caratteristica a snervamento acciaio
fyd	374	Mpa	resistenza di calcolo (meccanismi fragili)
γ_m	1,15		coefficiente di sicurezza
ϵ_{ud}	0,0675		deformazione a rottura di calcolo a trazione

GEOMETRIA SEZIONE

	Y	X		
B	150	250	mm	larghezza sezione
H	250	150	mm	altezza sezione
c'	25	25	mm	copriferro
h	225	125	mm	altezza netta
yc	125	75	mm	baricentro della sezione in CA
nf1	2	2		numero barre superiori - tipo1
$\phi 1$	12	12,0	mm	diametro barre superiori
nf2	2	2		numero barre inferiori - tipo2
$\phi 2$	12	12,0	mm	diametro barre inferiori
Af1	226	226,2	mm ²	armatura totale superiore
Af2	226	226,2	mm ²	armatura totale inferiore
nf3	0	1		numero barre di parete per lato - tipo3
$\phi 3$	0	0,00	mm	diametro barre di parete
Af3	0	0,00	mm ²	armatura totale di parete (per ogni faccia) - tipo3
N° Braccia	1	1	mm	numero braccia resistenti nelle due direzioni
ϕ_{stato}	8,0		mm	diametro delle staffe esistenti
P _{stato}	200		mm	passo delle staffe esistenti
A _{stato}	50	mmq		sezione delle staffe per un braccio

AZIONI SOLLECITANTI

N _{sd}	0	KN	Sforzo Normale sollecitante - Nsd= KN
V _{sd}	14,9	KN	Taglio sollecitante 0
T _{sd}		KNm	Torsione sollecitante

TAGLIO RESISTENTE PER ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO

τ_{Rd}	0,12	0,12		tensione tangenziale resistente di base
k	1,943	2,000		coefficiente di ingranamento degli inerti
p ₁	0,0067	0,0072		rapporto geometrico d'armatura longitudinale tesa (effetto spinotto)
σ_{op}	0,0000	0,0000	Mpa	tensione media a compressione
vmin	0,433	0,452	Mpa	resistenza a taglio minima in assenza di effetto spinotto
V _{Rofo}	14,6	14,1	KN	Taglio resistente

TAGLIO RESISTENTE PER ELEMENTI ARMATI A TAGLIO (NTC2018 eq.4.1.29)

Verifica a Flessione

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA ELEMENTO RETTANGOLARE IN CA		
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI		
CALCESTRUZZO		Trave
Rck	25,10 Mpa	resistenza cubica a compressione
fck	20,83 Mpa	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
fcd	20,83 Mpa	resistenza di calcolo a pressoflessione (curva $\sigma-\epsilon$)
α_{cc}	1,00	coefficiente per carichi lunga durata di fcd per curva $\sigma-\epsilon$ cls
ϵ_{c2}	2,00E-03	deformazione plasticizzazione a compressione
ϵ_{cu}	3,50E-03	deformazione ultima a flessione
γ_m	1,50	coefficiente di sicurezza
FC	1,20	Fattore di confidenza
E	30227 Mpa	modulo elastico diagramma $\sigma-\epsilon$
ACCIAIO BARRE		
B450C		tipo acciaio
Ea	209000 Mpa	modulo elastico
ftk	540 Mpa	tensione caratteristica di rottura acciaio
fyk	430 Mpa	tensione caratteristica a snervamento acciaio
fyd	373,9 Mpa	resistenza di calcolo
γ_m	1,15	coefficiente di sicurezza
eud	0,0675	deformazione a rottura di calcolo a trazione
GEOMETRIA SEZIONE		
L	5000 mm	lunghezza elemento (Altezza per pilastro, luce per trave)
B	120 mm	larghezza sezione
H	250 mm	altezza sezione
c'	25 mm	copriferro
h	225 mm	altezza netta
yc	131,12 mm	baricentro della sezione in CA
nf1	3	numero barre superiori - tipo1
ϕ_1	6 mm	diametro barre superiori
nf2	2	numero barre inferiori - tipo2
ϕ_2	12 mm	diametro barre inferiori
Af1	85 mm ²	armatura totale superiore compressa
Af2	226 mm ²	armatura totale inferiore tesa
nf3		numero barre di parete per lato - tipo3
ϕ_3		diametro barre di parete
Af3	0 mm ²	armatura totale di parete (per ogni faccia) - tipo3
SFORZO NORMALE RESISTENTE A COMPRESSIONE SEMPLICE SLU		
Nrd,max	616,3 KN	Sforzo Normale resistente a compressione semplice
VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEVIATA - SLU		
Nsd	KN	Sforzo Normale agente (Nmin=-116KN, Nmax =741KN)
Msdx	15,0 KNm	Momento flettente agente
Msdy	KNm	Momento flettente agente
		Calcola MRd
Nrd	0,0 KN	Sforzo normale resistente
Mrdx	17,66 KNm	Momento flettente resistente
Mrdy	0,00 KNm	Momento flettente resistente
Xc	33,81 mm	Posizione asse neutro
S	1,178	Coefficiente di Sicurezza
VERIFICATO		

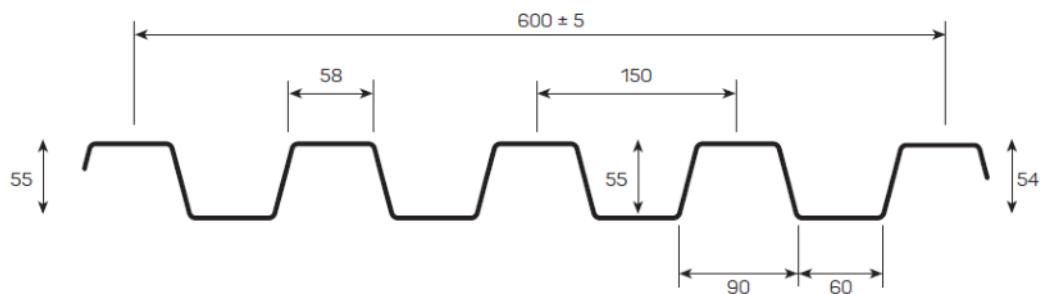
5.6 VERIFICA DELLA LAMIERA DI COPERTURA

L'impalcato di copertura sia in falda che in piano viene realizzato mediante travi metalliche HEA 160 e HEA 140 poste ad interasse variabile e sovrastante pacchetto di copertura.

A vantaggio di sicurezza per la verifica della lamiera si considera la campata appoggio – appoggio.

LG 55/600 - 750

LG 55/600



Analisi dei carichi:

$$P_1 = 50 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_2 = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q = 84 \text{ Kg/m}^2$$

Per un interasse di 1,0 m si ha:

$$P_1 = 50 \times 1,00 = 50 \text{ Kg/m}$$

$$P_2 = 100 \times 1,00 = 100 \text{ Kg/m}$$

$$Q = 84 \times 1,00 = 84 \text{ Kg/m}$$

I carichi si intendono compiutamente definiti

Che combinati in combinazione STR

$$F = \gamma_{G1} P_1 + \gamma_{G2} P_2 + \gamma_{Q1} Q = 318 \text{ Kg/ml}$$

Considerando le travi appoggiate-appoggiate:

Flessione:

$$M = p * x l^2 / 8 = 318 \times 1,60^2 / 8 = 102 \text{ Kg x m}$$

Taglio:

$$T = p * x l / 2 = 318 \times 1,60 / 2 = 255 \text{ Kg}$$

Si riporta di seguito la scheda tecnica della lamiera, dalla quale risulta che la stessa è idonea a sopportare i carichi esercizio.

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE

		SPESSORE mm				
		0,6	0,7	0,8	1,0	1,25
Peso	(kg/m ²)	7,8	9,1	10,5	13,1	16,3
J	(cm ⁴ /m)	38,8	47,2	55,8	73,7	96,3
W	(cm ³ /m)	11,3	13,9	16,8	23	31,3

TOLLERANZE DIMENSIONALI

Lunghezza	+10 mm fino a 3000 mm +20 mm oltre 3000 mm -5 mm per tutte le lunghezze
Larghezza utile	± 5 mm
Fuori squadra	S ≤ 0,5% della larghezza utile

CARICO MASSIMO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO IN kg/m²

SPESSORE mm	CARICO MASSIMO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO IN kg/m ² LG 55/600-750															
	INTERASSE m															
1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
0,6	1433	914	633	463	352	266	192	183	108	83	65	51	41	33	26	17
0,7	1776	1133	784	573	436	324	233	173	131	101	79	62	49	40	32	20
0,8	2142	1367	946	693	528	385	278	206	157	121	95	75	60	49	39	26
1,0	2929	1871	1295	948	730	509	368	273	208	161	126	101	81	65	53	36
1,25	3990	2548	1765	1293	955	666	482	358	272	211	166	132	106	86	70	47
0,6	1794	1145	793	580	442	348	280	230	185	144	114	91	73	60	49	34
0,7	2224	1420	984	721	550	433	349	287	227	177	140	112	91	75	62	43
0,8	2680	1711	1185	868	662	521	420	346	268	208	165	132	107	88	72	50
1,0	3685	2341	1622	1189	907	714	576	464	354	276	219	176	143	117	97	67
1,25	4991	3189	2210	1620	1237	974	786	607	464	362	287	230	187	153	127	88
									647	541	459	394	341	298	262	207

I valori in rosso non prevedono limitazioni di freccia.

5.9 Verifica dell'aggancio trave HEA140 trave HEA160 bullonato telai asse X

Si verifica il collegamento più sollecitato ritenendo tutti gli altri verificati ripetendo le stesse caratteristiche del medesimo

Le sollecitazioni per tale collegamento sono:

$$P_1 = 50 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_2 = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q=84 \text{ Kg/m}^2$$

Per un interasse di 1,0 m si ha:

$$P_1 = 50 \times 1,60 = 80 \text{ Kg/m}$$

$$P_2 = 100 \times 1,60 = 160 \text{ Kg/m}$$

$$Q=84 \times 1,60 = 135 \text{ Kg/m}$$

I carichi si intendono compiutamente definiti

Che combinati in combinazione STR

$$F=\gamma_{G1}P_1* + \gamma_{G2}P_2* + \gamma_{Q1}Q* = 515 \text{ Kg/ml}$$

Considerando le travi appoggiate-appoggiate:

Flessione:

$$M=p*xl^2/8 = 515 \times 5,70^2/8 = 2.092 \text{ Kg x m}$$

Taglio:

$$T=p*xl/2 = 515 \times 5,70/2 = 1468 \text{ Kg}$$

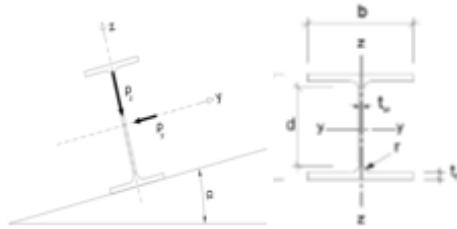
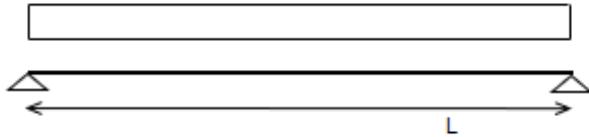
$$N=448 \text{ kg}$$

VERIFICHE TRAVI IN ACCIAIO - Travi appoggiate

DATI DI PROGETTO

Modello di calcolo: Trave appoggiata - carico distribuito uniforme

Geometria



luce netta

coefficiente per luce di calcolo

luce di calcolo

inclinazione sezione rispetto all'orizzontale (fless.deviata)

interasse (in pianta)

coefficiente per interasse

interasse di calcolo

interasse di calcolo per carichi accidentali (neve)

$$L_0 = 5,20 \text{ m}$$

$$\mu_1 = 1,00$$

$$L_{calco} = L \cdot \mu_1 = 5,20 \text{ m}$$

$$\alpha = 0,00^\circ$$

$$i = 1,60 \text{ m}$$

$$\mu_2 = 1,00$$

$$i_{calc} = i \cdot \mu_2 = 1,30 \text{ m}$$

$$i_{calc} = i = 1,60 \text{ m}$$

Caratteristiche dei materiali impiegati

acciaio tipo

S275

tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

tensione caratteristica di rottura

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Caratteristiche geometriche della sezione trasversale

profilo tipo

HEA140 ▾

base

$$b = 140,0 \text{ mm}$$

altezza

$$h = 133,0 \text{ mm}$$

area

$$A = 3140,0 \text{ mm}^2$$

Coefficientsi di sicurezza per le verifiche (rif. tab. 4.2.VII, § 4.2.4.1.1, D.M. 17/01/2018)

coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

AZIONI DI CALCOLO

Carichi permanenti strutturali (G_1)

carichi permanenti strutturali (da solaio)

$$q_{col} = 45,00 \text{ daN/m}^2$$

peso proprio trave

$$p_t = 25,18 \text{ daN/m}$$

totale carichi permanenti dir. y-y

$$p_{G1y} = 0,00 \text{ daN/m}$$

totale carichi permanenti dir. z-z

$$p_{G1z} = 83,68 \text{ daN/m}$$

Carichi permanenti non strutturali (G_2)

carichi permanenti non strutturali (da solaio)

$$q_{pnc} = 160,00 \text{ daN/m}^2$$

totale carichi permanenti non strutturali dir. y-y

$$p_{G2y} = 0,00 \text{ daN/m}$$

totale carichi permanenti non strutturali dir. z-z

$$p_{G2z} = 208,00 \text{ daN/m}$$

Carichi variabili (Q_k)

Neve

$$q_{k1} = 135,00 \text{ daN/m}^2$$

carico al metro lineare dir. y-y

$$p_{Qk1y} = 0,00 \text{ daN/m}$$

carico al metro lineare dir. z-z

$$p_{Qk1z} = 175,50 \text{ daN/m}$$

Combinazioni delle azioni		
Coefficienti parziali per le azioni		
carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1,30
carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1,50
carichi variabili	$\gamma_{Q} =$	1,50
Combinazione 1 - Verifiche a SLU		
carico uniforme in dir. y-y	$p_y =$	0,00 daN/m
carico uniforme in dir. z-z	$p_z =$	684,03 daN/m
Combinazione 2 - Verifiche a SLE		
carico uniforme in dir. y-y	$p_y =$	0,00 daN/m
carico uniforme in dir. z-z	$p_z =$	467,18 daN/m
carico unif. in dir. y-y per carichi variabili	$p_{Qy} =$	0,00 daN/m
carico unif. in dir. z-z per carichi variabili	$p_{Qz} =$	175,50 daN/m
VERIFICHE a SLU		
Sollecitazioni di progetto		
sforzo di taglio di progetto	$V_{sd} =$	1778,48 daN
momento flettente di progetto in dir. y-y	$M_{y,sd} =$	0,00 daNm
momento flettente di progetto in dir. z-z	$M_{z,sd} =$	2312,03 daNm
Verifica di resistenza della sezione trasversale a taglio		
area resistente a taglio	$A_v =$	1010,75 mm ²
resistenza a taglio plastica di progetto	$V_{pl,Rd} =$	15283,63 daN
$V_{sd} < V_{pl,Rd}$		
Verifica a taglio		
Verifica di resistenza della sezione trasversale a flessione		
valutazione contributo sforzo di taglio	$V_{so}/V_{pl,Rd} =$	0,12 < 0,50
	$p =$	0,59
momento resist. di progetto in dir. y-y	$M_{pl,y,Rd} =$	2222,22 daNm
momento resist. di progetto in dir. z-z	$M_{pl,z,Rd} =$	4543,92 daNm
$\frac{M_{y,sd}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,sd}}{M_{pl,z,Rd}} =$	0,51	< 1,00
La verifica è soddisfatta		
VERIFICHE a SLE		
Verifica spostamento massimo totale		
spostamento massimo totale in dir. y-y	$\delta_{max,y} =$	0,00 mm
spostamento massimo totale in dir. z-z	$\delta_{max,z} =$	20,50 mm
spostamento massimo totale	$\delta_{max} =$	20,50 mm
spostamento max totale limite (1/200 coperture; 1/250 solai)	$\delta_{max,lim} =$	20,80 mm
$\delta_{max} < \delta_{max,lim}$		
Verifica spost. massimo totale		
Verifica spost. per carichi variabili		
spostamento max per carichi variabili in dir. y-y	$\delta_{2,y} =$	0,00 mm
spostamento max per carichi variabili in dir. z-z	$\delta_{2,z} =$	7,70 mm
spostamento max per carichi variabili	$\delta_2 =$	7,70 mm
spost. max per carichi var. limite (1/250 coperture; 1/300 solai)	$\delta_{2,lim} =$	20,8 mm
$\delta_2 < \delta_{2,lim}$		
Verifica spost. carichi variabili		
La verifica è soddisfatta		

VERIFICHE ad INSTABILITÀ FLESSO-TORSIONALE (Solo per solai di copertura)

Verifica per momento lungo z-z

coefficiente ε	$\varepsilon =$	0,92
coefficenti per definizione snellezza adimensionale	$\beta_w =$	1,00
	$\lambda_1 =$	86,80
	$i_z =$	35,20 mm
	$C_1 =$	1,13
	$\lambda_{LT} =$	81,76
snellezza adimensionale	$\lambda_{LT} =$	0,94 > 0,400
coefficiente di imperfezione	$\alpha_{LT} =$	0,21
	$\phi_{LT} =$	1,02
coefficiente di riduzione	$\chi_{LT} =$	0,71
momento resistente di progetto in dir. z-z	$M_{b,z,Rd} =$	4641,83 daNm
Verifica instabilità lungo z-z	$M_{z,Sd}$	< $M_{b,z,Rd}$

La verifica è soddisfatta

Verifica per momento lungo y-y (solo pressofl. deviata)

coefficenti per definizione snellezza adimensionale	$iy =$	57,36 mm
	$\lambda_{LT} =$	59,95
	$\lambda_{LT} =$	0,69
	$\phi_{LT} =$	0,79
coefficiente di riduzione per l'instabilità flesso-torsionale	$\chi_{LT} =$	0,85
momento resistente di progetto in dir. y-y	$M_{b,y,Rd} =$	4906,76 daNm
Verifica instabilità lungo y-y	$M_{y,Sd} / M_{b,y,Rd}$	= 0,00

La verifica è soddisfatta

Il collegamento lo si verifica con la combinazione a vantaggio di sicurezza dello sforzo assiale e del taglio.

$$F = \sqrt{N^2 + V^2} = 1535 \text{ Kg}$$

Verifica a taglio dei Bulloni:

$$f_{d,V} = \frac{f_{k,N}}{\sqrt{2}} = \frac{5600}{\sqrt{2}} = 3960 \text{ Kg/cm}^2 > 1535 / (4 \times 1.57) = 245 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{V}{A_{res}} = 1.5 \frac{1535}{4 \times 1.57} = 367 \text{ Kg/cm}^2 < 3960 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (taglio gambo bullone)}$$

Tutte le altre verifiche si ritengono soddisfatte.

La verifica è soddisfatta

5.10 Verifica unione controventi verticali di falda.

I controventi di falda nel modello globale sono stati inseriti con la loro area dimezzata per tenere conto della non linearità degli elementi nei riguardi dell'azione assiale; Si precisa che i controventi di falda sono stati distribuiti nel modello in modo da ricercare un comportamento di insieme nelle forme modali per avvicinarsi ad un diaframma rigido. Considerando le sollecitazioni massime, i controventi di falda al diametro di 16 mm sono verificati in allegato. Si verifica il più sollecitato. Per quanto riguarda la verifica del collegamento ai tondi verrà saldata (saldature di II classe) una piastra (S275) di spessore 8 mm dotata di due fori $d = 17.5\text{mm}$ per bulloni M16, classe 8.8:

$$f_{d,V} = \frac{f_{k,N}}{\sqrt{2}} = \frac{5600}{\sqrt{2}} = 396\text{N/mm}^2 :$$

Essi verranno poi vincolati mediante bullonature a piastre saldate all'interno dei profili delle travi secondo le geometrie dettate dal rispetto delle normative e dalla situazione in esame.

$$N_{\max} = 1935 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{N}{A_{res}} = \frac{1935}{1.57} = 1.232 \text{Kg/cm}^2 < 3960 \text{Kg/cm}^2 \text{ (taglio gambo bullone)}$$

$$l = 6 - 1.75 = 4.25 \text{cm}$$

$$\sigma = \frac{N}{(l-d) \cdot s} = \frac{1935}{(6-1.75) \cdot 0.8} = 570 \text{Kg/cm}^2 < f_{yd} \text{ (strappo lamiera nella sezione forata)}$$

$$\sigma = \frac{N}{\phi \cdot s} = \frac{1935}{1.75 \cdot 0.8} = 1383 \text{Kg/cm}^2 < f_{yd} \text{ (rifollamento piastra)}$$

$$\alpha = \frac{a}{d} = \frac{8.5}{1.75} = 4.85 \Rightarrow 2,5 \quad f_{yd} = \alpha f_{yd} = 5500 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica a taglio delle piastre di collegamento:

$$A_{res} = 0.8 \times 4.25 = 3.4 \text{ cm}^2 ; \Rightarrow \tau = \frac{N}{A_{res}} = 570 \text{Kg/cm}^2 < f_{vd}$$

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Le saldature (II classe) dei 2 cordoni che uniscono il tondo alla piastra vengono realizzati di larghezza $b=8$ mm mentre la lunghezza viene derivata dalla verifica dovuta alla trazione massima fra tutte quelle dei vari controventi:

$$N = 1935 \text{ N}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{bl} = \frac{1935}{0.62 \cdot 8} = 391 \text{Kg/cm}^2 \leq f_{yd} = 2.088 \text{Kg/cm}^2$$

Si sceglie di fare tutte le saldature di tutti i controventi di lunghezza pari a 10 cm.

5.11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il sistema di fondazione indiretto è costituito da pali di diverse lunghezze che si innestano su travi poste al piano campagna. Il carico trasmesso dal solaio predalles, posizionato al piano campagna e della sovrastruttura in acciaio viene trasmesso al terreno attraverso un sistema di fondazioni indirette realizzato con pali di diametro 50 cm a diversa lunghezza

Per garantire la funzionalità della struttura in elevazione, il sistema fondale deve soddisfare alcuni requisiti, ossia il carico trasmesso in fondazione:

- non deve portare a rottura il terreno sottostante;
- non deve indurre nel terreno cedimenti eccessivi tali da compromettere la stabilità e la funzionalità dell'opera sovrastante;
- non deve indurre stati di sollecitazione nella struttura di fondazione incompatibili con la resistenza dei materiali.

La struttura di fondazione in c.a., è schematizzata con pali di fondazione che si innestano su travi in c.a. posizionate al piano campagna ed avente sezione 70x50 cm.

Il calcolo delle fondazioni è stato eseguito utilizzando il programma di Calcolo CDS Win della STS con l'ausilio dei programmi CDGs Win per quanto concerne le verifiche geotecniche e CDSs Win della STS per le verifiche strutturali.

Per il sistema fondale è stato eseguito un calcolo lineare.

Si riportano in Allegato i tabulati di verifica completi.

Il progetto e la verifica delle fondazioni superficiali sono stati condotti in osservanza delle NTC 2018 al 6.4.3 e rispettando i requisiti strutturali previsti al 7.2.5 delle NTC stesse. In particolare, le verifiche delle fondazioni sono state svolte con riferimento ai seguenti Stati Limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

Capacità portante

Scorrimento

- SLU di tipo strutturale (STR)

Verifica a flessione

Verifica a taglio

Le verifiche sono state condotte utilizzando i coefficienti di sicurezza previsti dall'Approccio 2 indicato dalle NTC 2018 al 6.4.3.1:

(A1 + M1 + R3)

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_E)	EQU	(A1) SLU	(A2) GEO
Permanentni	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,2	1,0
Permanentni non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,8	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,8	1,3

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

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c'	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_u k$	γ_{c_u}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 1,8$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Il progetto e la verifica delle nuove fondazioni (pali, e travi di collegamento) sono stati condotti in osservanza delle NTC 2018 al 6.4.3 e rispettando i requisiti strutturali previsti al 7.2.5 delle NTC stesse. In particolare, le verifiche delle fondazioni su pali sono state svolte con riferimento ai seguenti Stati Limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collazzo per carico limite assiale di compressione

Collazzo per carico limite assiale di trazione

Collazzo per carico limite trasversale

- SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza del palo

Raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali

Le verifiche sono state condotte utilizzando i coefficienti di sicurezza previsti dall'Approccio 2 indicato dalle NTC 2018 al 6.4.3.1:

(A1 + M1 + R3)

Si evidenzia come nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale il coefficiente γ_r non deve essere portato in conto. Si riportano di seguito le Tabelle dei coefficienti di sicurezza previsti per il progetto e la verifica dei pali di fondazione

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c'	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

Si specifica inoltre come le verifiche della palificata siano state condotte in condizioni sismiche, essendo quest'ultima la condizione più gravosa; dunque, i coefficienti γ previsti per le Azioni non sono stati presi in considerazione.

Per il calcolo delle resistenze caratteristiche dei pali (a cui applicare i coefficienti di sicurezza sopra illustrati) si è fatto riferimento a quanto previsto al 6.4.3.1.1, utilizzando dunque i coefficienti riduttivi di correlazione ζ . Si riporta di seguito lo stralcio della norma:

- (b) Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in situ, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{\text{media}}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.10)$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{\text{media}}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.11)$$

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Nel caso in oggetto avendo a disposizione 2 sondaggi e 2 DPSH più una masw, dislocate in punti diversi si hanno a disposizione n°5 verticali indagate.

• CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SU PALI

a) Pali resistenti a compressione

Il carico ultimo del palo a compressione risulta:

$$Q_{\text{lim}} = Q_{\text{punta}} + Q_{\text{later}}$$

5.11.1 Opunta: RESISTENZA ALLA PUNTA

- In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{punta}} = (C_{\text{up}} \times N_c + \sigma_v) \times A_p \times R_c$$

essendo

C_{up} = coesione non drenata terreno alla quota della punta

N_c = coeff. di capacità portante = 9

σ_v = tensione verticale totale in punta

A_p = area della punta del palo

R_c = coeff. di Meyerhof per le argille S/C

$$Rc = \frac{D+1}{2D+1} \quad \text{per pali trivellati} \quad Rc = \frac{D+0,5}{2D} \quad \text{per pali infissi}$$

D = diametro del palo

- In terreni coesivi in condizioni drenate (secondo Vesic):

$$Q_{\text{punta}} = (\mu \times \sigma'_v \times Nq + c' \times Nc) \times Ap$$

essendo

$$\mu = \frac{1+2(1-\sin\phi')}{3}$$

$$Nq = \frac{3}{3-\sin\phi'} \exp \left[\left(\left(\frac{\pi}{2} - \phi' \right) \tan \phi' \right) \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right) \times Irr^{\frac{4 \sin \phi'}{3(1+\sin \phi')}} \right]$$

Irr = indice di rigidezza ridotta

$$Irr \approx Ir = \text{indice di rigidezza} = \frac{G}{c' + \sigma'_v \tan \phi'}$$

G = modulo elastico di taglio

σ'_v = tensione verticale efficace in punta

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi'$$

- In terreni incoerenti (secondo Berezantzev):

$$Q_{\text{punta}} = \sigma'_v \times \alpha q \times Nq \times Ap$$

essendo

αq = coeff. di riduzione per effetto silos in funzione di L/D

Nq = calcolato con ϕ^* secondo Kishida:

$$\phi^* = \phi' - 3^\circ$$

per
pali trivellati

$$\phi^* = (\phi' + 40^\circ) / 2 \quad \text{per pali infissi}$$

L = lunghezza del palo

5.11.2 Qlater: RESISTENZA LATERALE

- In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{later}} = \alpha \times Cum \times As$$

essendo

Cum = coesione non drenata media lungo lo strato

As = area della superficie laterale del palo

α = coeff. riduttivo in funzione delle modalità esecutive:

- per pali infissi:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 1 && \text{per } Cu \leq 25 \text{ kPa (0,25 kg/cm}^2\text{)} \\
 \alpha &= 1-0,011(Cu-25) && \text{per } 25 < Cu < 70 \text{ kPa} \\
 \alpha &= 0,5 && \text{per } Cu \geq 70 \text{ kPa (0,70 kg/cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

- per pali trivellati:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 0,7 && \text{per } Cu \leq 25 \text{ kPa (0,25 kg/cm}^2\text{)} \\
 \alpha &= 0,7-0,008(Cu-25) && \text{per } 25 < Cu < 70 \text{ kPa} \\
 \alpha &= 0,35 && \text{per } Cu \geq 70 \text{ kPa (0,70 kg/cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

- In terreni coesivi in condizioni drenate:

$$Q_{\text{later}} = (1 - \sin \phi') \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

essendo

$$\sigma'_v(z) = \text{tensione verticale efficace lungo il fusto del palo}$$

μ = coefficiente di attrito:

$$\begin{aligned}
 \mu &= \tan \phi' && \text{per pali trivellati} \\
 \mu &= \tan (3/4 \cdot \phi') && \text{per pali infissi prefabbricati}
 \end{aligned}$$

- In terreni incoerenti:

$$Q_{\text{later}} = K \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

essendo

$$\sigma'_v(z) = \text{tensione verticale efficace lungo il fusto del palo}$$

K = coefficiente di spinta:

$$\begin{aligned}
 K &= (1 - \sin \phi') && \text{per pali trivellati} \\
 K &= 1 && \text{per pali infissi}
 \end{aligned}$$

μ = coefficiente di attrito:

$$\begin{aligned}
 \mu &= \tan \phi' && \text{per pali trivellati} \\
 \mu &= \tan (3/4 \cdot \phi') && \text{per pali infissi prefabbricati}
 \end{aligned}$$

Al carico agente sul palo invece va aggiunto il peso proprio del palo stesso e l'eventuale carico dovuto all'attrito negativo.

5.11.3 Pattr neg: CARICO DA ATTRITO NEGATIVO

$$P_{\text{attr_neg}} = 0 \quad \text{in terreni coesivi in condizioni non drenate}$$

$$P_{\text{attr_neg}} = A_s \times \beta \times \sigma'_m \quad \text{in terreni incoerenti o coesivi in condizioni drenate}$$

essendo

β = coeff. di Lambe

σ_m' = pressione verticale efficace media lungo lo strato deformabile

Il carico ammissibile risulta pari a:

$$Q_{amm} = \left(\frac{Q_{punta}}{\mu_P} + \frac{Q_{later}}{\mu_L} \right) \times E_g$$

dove:

μ_P = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza di punta

μ_L = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza laterale

E_g = coefficiente di efficienza dei pali in gruppo:

- in terreni coesivi:

a) per plinti rettangolari (secondo Converse-La Barre):

$$E_g = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

con

m = numero delle file dei pali nel gruppo

n = numero di pali per ciascuna fila

i = interasse fra i pali

b) per plinti triangolari (secondo Barla):

$$E_g = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot 7.05E - 03$$

c) per plinti rettangolari a cinque pali (secondo Barla):

$$E_g = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot 10.85E - 03$$

- in terreni incoerenti:

$$E_g = 1 \quad \text{per pali infissi}$$

$$E_g = 2/3 \quad \text{per pali trivellati}$$

b) Pali resistenti a trazione

- Il carico ultimo del palo a trazione vale:

$$Q_{lim} = Q_{later} + P_{palo}$$

- Il carico ammissibile risulta invece pari a:

$$Q_{amm} = Q_{lim} / \mu_L$$

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L :

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

6 RISULTATI DELLE ANALISI CONDOTTE

Le verifiche geotecniche SLU e SLE del sistema fondale risultano tutte verificate e di seguito riportate. In allegato numero 3 si riportano tutte le verifiche geotecniche.

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU																					
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE																					
Plin	Quot	St	SgmEf	Coeff	Coeff	Fi°	Rig.	AlfaQ	EtaV	Coeff.	Coeff.	QuiltP	QuiltL	Peso	Qneg	Eff.	QlimCmp	QlimTrz	Comb.	QPalo	Status
N.ro	m	Nr	t/mq	Ks	Attr	rid.	rid.	Berez	Vesic	Nq	Nc	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	Verif.	
1	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/15	20,41	
																				OK	
2	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/4	32,28	
																				OK	
3	0,5	1	0,9	0,577	0,47																

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU																							
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE																							
Plin	Quot	St	SgmEf	Coeff	Coeff	Fi°	Rig.	AlfaQ	EtaV	Coeff.	Coeff.	QultP	QultL	Peso	Qneg	Eff.	QlimCmp	QlimTrz	Comb.	QPalo	Status		
N.ro	m	Nr	t/mq	Ks	Attr	rid.	rid.	Berez	Vesic	Nq	Nc	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	Verif.		
		2,9	1	5,2	0,577	0,47																	
		4,3	2	7,7	0,445	0,67																	
		10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/1	42,60	OK	
		4	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/4	22,02	OK
		5	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/1	39,92	OK
		6	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/1	27,79	OK
		7	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/8	28,70	OK
		8	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/1	31,76	OK
		9	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																
			4,3	2	7,7	0,445	0,67																
			12,5	3	22,5	0,574	0,47	22,2	70	0,000	0,748	19,44	45,19	45,9	35,3	5,89	0,00	1,00	64,66	28,22	A1/4	53,18	OK
		10	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
			2,9	1	5,2	0,577	0,47																

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU																					
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE																					
Plin N.ro	Quot m	St Nr	SgmEf t/mq	Coeff Ks	Coeff Attr	Fi° rid.	Rig. rid.	AlfaQ Berez	EtaV Vesic	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultP (t)	QultL (t)	Peso (t)	Qneg (t)	Eff. (t)	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb. (t)	QPalo (t)	Status Verif.
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	12,5	3	22,5	0,574	0,47	22,2	70	0,000	0,748	19,44	45,19	45,9	35,3	5,89	0,00	1,00	64,66	28,22	A1/4	61,01	OK
11	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	12,5	3	22,5	0,574	0,47	22,2	70	0,000	0,748	19,44	45,19	45,9	35,3	5,89	0,00	1,00	64,66	28,22	A1/1	58,22	OK
12	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/4	38,63	OK
13	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/8	23,17	OK
14	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/4	40,43	OK
15	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/8	38,51	OK
16	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/8	32,37	OK
17	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU																					
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE																					
Plin N.ro	Quot m	St Nr	SgmEf t/mq	Coeff Ks	Coeff Attr	Fi° rid.	Rig. rid.	AlfaQ Berez	EtaV Vesic	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultP (t)	QultL (t)	Peso (t)	Qneg (t)	Eff. (t)	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb. (t)	QPalo (t)	Status Verif.
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/4	16,99	OK
18	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/12	15,79	OK
19	0,5	1	0,9	0,577	0,47																
	2,9	1	5,2	0,577	0,47																
	4,3	2	7,7	0,445	0,67																
	10,5	3	18,9	0,574	0,47	22,2	81	0,000	0,748	20,52	47,82	42,1	24,9	4,91	0,00	1,00	52,84	19,95	A1/8	13,33	OK

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE - SLU																				
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE																				
Plint N.ro	Quota m	Strat Nro	SgmTot t/mq	AlfaC	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultPun (t)	QultLat (t)	Peso (t)	EfPal (t)	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb. (t)	QPalo (t)	Status Verif.					
1	0,50	1	0,90	0,350																
	2,90	1	5,22	0,350																
	4,30	2	7,74	0,350																
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/15	20,41	OK					
2	0,50	1	0,90	0,350																
	2,90	1	5,22	0,350																
	4,30	2	7,74	0,350																
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/4	32,28	OK					
3	0,50	1	0,90	0,350																
	2,90	1	5,22	0,350																
	4,30	2	7,74	0,350																
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/1	42,60	OK					
4	0,50	1	0,90	0,350																

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE - SLU																
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE																
Plint N.ro	Quota m	Strat Nro	SgmTot t/mq	AlfaC	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultPun (t)	QultLat (t)	Peso (t)	EfPal	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb.	QPalo (t)	Status Verif.	
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/4	22,02	OK	
5	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/1	39,92	OK	
6	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/1	27,79	OK	
7	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/8	28,70	OK	
8	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/1	31,76	OK	
9	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												
	12,50	3	22,50	0,350	1,00	9,00	28,27	94,80	5,89	1,00	103,38	75,84	A1/4	53,18	OK	
10	0,50	1	0,90	0,350												
	2,90	1	5,22	0,350												
	4,30	2	7,74	0,350												

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE - SLU															
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE															
Plint N.ro	Quota m	Strat Nro	SgmTot t/mq	AlfaC	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultPun (t)	QultLat (t)	Peso (t)	EfPal	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb.	QPalo (t)	Status Verif.
	12,50	3	22,50	0,350	1,00	9,00	28,27	94,80	5,89	1,00	103,38	75,84	A1/4	61,01	OK
11	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	12,50	3	22,50	0,350	1,00	9,00	28,27	94,80	5,89	1,00	103,38	75,84	A1/1	58,22	OK
12	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/4	38,63	OK
13	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/8	23,17	OK
14	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/4	40,43	OK
15	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/8	38,51	OK
16	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/8	32,37	OK

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE - SLU															
PORTANZA PALI IN CONDIZIONI NON DRENATE															
Plint N.ro	Quota m	Strat Nro	SgmTot t/mq	AlfaC	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultPun (t)	QultLat (t)	Peso (t)	EfPal	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb.	QPalo (t)	Status Verif.
17	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/4	16,99	OK
18	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/12	15,79	OK
19	0,50	1	0,90	0,350											
	2,90	1	5,22	0,350											
	4,30	2	7,74	0,350											
	10,50	3	18,90	0,350	1,00	9,00	27,86	78,83	4,91	1,00	89,18	63,06	A1/8	13,33	OK

PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE										PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE								
Filo N.	Int. cm	Comb.	Q t	Coeff Grupp	Qlim t	Qeser. t	Coeff Sicur	Verifica		Filo N.	Int. cm	Comb.	Q t	Coeff Grupp	Qlim t	Qeser. t	Coeff Sicur	Verifica
1		A1/12	186,747	1,00	143,65	1,13	127,02	OK		2		A1/15	186,747	1,00	143,65	1,07	133,90	OK
3		A1/13	186,747	1,00	143,65	1,19	121,06	OK		4		A1/17	186,747	1,00	143,65	1,13	126,75	OK
5		A1/15	186,747	1,00	143,65	1,01	142,68	OK		6		A1/12	186,747	1,00	143,65	0,91	157,23	OK
7		A1/15	186,747	1,00	143,65	0,89	161,11	OK		8		A1/13	186,747	1,00	143,65	0,90	159,52	OK
9		A1/15	263,082	1,00	202,37	0,83	243,42	OK		10		A1/18	263,082	1,00	202,37	1,13	179,31	OK
11		A1/14	263,082	1,00	202,37	0,84	241,53	OK		12		A1/17	186,747	1,00	143,65	1,13	127,41	OK
13		A1/12	186,747	1,00	143,65	1,06	135,65	OK		14		A1/12	186,747	1,00	143,65	1,04	137,98	OK
15		A1/14	186,747	1,00	143,65	1,23	116,88	OK		16		A1/12	186,747	1,00	143,65	1,09	131,25	OK
17		A1/17	186,747	1,00	143,65	1,14	126,13	OK		21		A1/15	186,747	1,00	143,65	1,09	131,29	OK
22		A1/12	186,747	1,00	143,65	1,10	130,27	OK										

6.1 VERIFICA DEI CEDIMENTI

CEDIMENTI ELASTICI ED EDOMETRICI															
Filo	Combinaz	Ced.El.	Ced.Ed.	Filo	Combinaz	Ced.El.	Ced.Ed.	Filo	Combinaz	Ced.El.	Ced.Ed.	Filo	Combinaz	Ced.El.	Ced.Ed.
N.ro	N.ro	cm	cm	N.ro	N.ro	cm	cm	N.ro	N.ro	cm	cm	N.ro	N.ro	cm	cm
1	Rare 1	0,51	0,51	2	Rare 1	0,92	0,92	3	Rare 1	1,12	1,12	4	Rare 1	0,68	0,68
	Rare 2	0,49	0,49		Rare 2	0,86	0,86		Rare 2	1,05	1,05		Rare 2	0,64	0,64
	Rare 3	0,48	0,48		Rare 3	0,85	0,85		Rare 3	1,03	1,03		Rare 3	0,63	0,63
	Rare 4	0,48	0,48		Rare 4	0,92	0,92		Rare 4	1,11	1,11		Rare 4	0,68	0,68
	Rare 5	0,46	0,46		Rare 5	0,87	0,87		Rare 5	1,05	1,05		Rare 5	0,64	0,64
	Rare 6	0,46	0,46		Rare 6	0,86	0,86		Rare 6	1,02	1,02		Rare 6	0,63	0,63
	Rare 7	0,44	0,44		Rare 7	0,86	0,86		Rare 7	1,02	1,02		Rare 7	0,63	0,63
	Rare 8	0,51	0,51		Rare 8	0,92	0,92		Rare 8	1,11	1,11		Rare 8	0,68	0,68
	Rare 9	0,49	0,49		Rare 9	0,86	0,86		Rare 9	1,04	1,04		Rare 9	0,64	0,64
	Rare 10	0,48	0,48		Rare 10	0,85	0,85		Rare 10	1,02	1,02		Rare 10	0,63	0,63
	Rare 11	0,48	0,48		Rare 11	0,85	0,85		Rare 11	1,02	1,02		Rare 11	0,63	0,63
	Freq 1	0,48	0,48		Freq 1	0,84	0,84		Freq 1	1,01	1,01		Freq 1	0,62	0,62
	Freq 2	0,47	0,47		Freq 2	0,83	0,83		Freq 2	0,99	0,99		Freq 2	0,62	0,62
	Freq 3	0,47	0,47		Freq 3	0,82	0,82		Freq 3	0,98	0,98		Freq 3	0,61	0,61
	Freq 4	0,46	0,46		Freq 4	0,82	0,82		Freq 4	0,98	0,98		Freq 4	0,61	0,61
	Freq 5	0,47	0,47		Freq 5	0,82	0,82		Freq 5	0,98	0,98		Freq 5	0,61	0,61
	Perm 1	0,47	0,47		Perm 1	0,82	0,82		Perm 1	0,98	0,98		Perm 1	0,61	0,61
	MAX.	0,51	0,51		MAX.	0,92	0,92		MAX.	1,12	1,12		MAX.	0,68	0,68
5	Rare 1	1,06	1,06	6	Rare 1	0,84	0,84	7	Rare 1	0,88	0,88	8	Rare 1	0,91	0,91
	Rare 2	0,99	0,99		Rare 2	0,79	0,79		Rare 2	0,84	0,84		Rare 2	0,86	0,86
	Rare 3	0,97	0,97		Rare 3	0,78	0,78		Rare 3	0,81	0,81		Rare 3	0,85	0,85
	Rare 4	1,06	1,06		Rare 4	0,83	0,83		Rare 4	0,89	0,89		Rare 4	0,91	0,91
	Rare 5	0,99	0,99		Rare 5	0,79	0,79		Rare 5	0,84	0,84		Rare 5	0,86	0,86
	Rare 6	0,97	0,97		Rare 6	0,77	0,77		Rare 6	0,82	0,82		Rare 6	0,84	0,84
	Rare 7	0,97	0,97		Rare 7	0,77	0,77		Rare 7	0,82	0,82		Rare 7	0,84	0,84
	Rare 8	1,05	1,05		Rare 8	0,83	0,83		Rare 8	0,89	0,89		Rare 8	0,90	0,90
	Rare 9	0,99	0,99		Rare 9	0,79	0,79		Rare 9	0,84	0,84		Rare 9	0,85	0,85
	Rare 10	0,97	0,97		Rare 10	0,78	0,78		Rare 10	0,82	0,82		Rare 10	0,83	0,83
	Rare 11	0,97	0,97		Rare 11	0,78	0,78		Rare 11	0,82	0,82		Rare 11	0,82	0,82
	Freq 1	0,96	0,96		Freq 1	0,76	0,76		Freq 1	0,79	0,79		Freq 1	0,83	0,83
	Freq 2	0,94	0,94		Freq 2	0,75	0,75		Freq 2	0,79	0,79		Freq 2	0,82	0,82
	Freq 3	0,94	0,94		Freq 3	0,75	0,75		Freq 3	0,78	0,78		Freq 3	0,81	0,81
	Freq 4	0,94	0,94		Freq 4	0,75	0,75		Freq 4	0,78	0,78		Freq 4	0,81	0,81
	Freq 5	0,94	0,94		Freq 5	0,75	0,75		Freq 5	0,78	0,78		Freq 5	0,81	0,81
	Perm 1	0,94	0,94		Perm 1	0,75	0,75		Perm 1	0,78	0,78		Perm 1	0,81	0,81

CEDIMENTI ELASTICI ED EDOMETRICI															
Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
		MAX.	1,06		MAX.	0,84	0,84		MAX.	0,89	0,89		MAX.	0,91	0,91
9	Rare 1	1,11	1,11	10	Rare 1	1,22	1,22	11	Rare 1	1,17	1,17	12	Rare 1	1,05	1,05
	Rare 2	1,04	1,04		Rare 2	1,15	1,15		Rare 2	1,10	1,10		Rare 2	0,99	0,99
	Rare 3	1,02	1,02		Rare 3	1,11	1,11		Rare 3	1,07	1,07		Rare 3	0,97	0,97
	Rare 4	1,11	1,11		Rare 4	1,22	1,22		Rare 4	1,17	1,17		Rare 4	1,05	1,05
	Rare 5	1,05	1,05		Rare 5	1,15	1,15		Rare 5	1,10	1,10		Rare 5	0,99	0,99
	Rare 6	1,02	1,02		Rare 6	1,11	1,11		Rare 6	1,07	1,07		Rare 6	0,97	0,97
	Rare 7	1,02	1,02		Rare 7	1,11	1,11		Rare 7	1,07	1,07		Rare 7	0,97	0,97
	Rare 8	1,11	1,11		Rare 8	1,21	1,21		Rare 8	1,17	1,17		Rare 8	1,04	1,04
	Rare 9	1,04	1,04		Rare 9	1,13	1,13		Rare 9	1,10	1,10		Rare 9	0,98	0,98
	Rare 10	1,02	1,02		Rare 10	1,10	1,10		Rare 10	1,07	1,07		Rare 10	0,96	0,96
	Rare 11	1,02	1,02		Rare 11	1,09	1,09		Rare 11	1,07	1,07		Rare 11	0,95	0,95
	Freq 1	0,99	0,99		Freq 1	1,08	1,08		Freq 1	1,04	1,04		Freq 1	0,95	0,95
	Freq 2	0,98	0,98		Freq 2	1,07	1,07		Freq 2	1,03	1,03		Freq 2	0,94	0,94
	Freq 3	0,97	0,97		Freq 3	1,06	1,06		Freq 3	1,02	1,02		Freq 3	0,93	0,93
	Freq 4	0,97	0,97		Freq 4	1,06	1,06		Freq 4	1,02	1,02		Freq 4	0,93	0,93
	Freq 5	0,97	0,97		Freq 5	1,05	1,05		Freq 5	1,02	1,02		Freq 5	0,93	0,93
	Perm 1	0,97	0,97		Perm 1	1,06	1,06		Perm 1	1,02	1,02		Perm 1	0,93	0,93
	MAX.	1,11	1,11		MAX.	1,22	1,22		MAX.	1,17	1,17		MAX.	1,05	1,05
13	Rare 1	0,68	0,68	14	Rare 1	1,10	1,10	15	Rare 1	1,03	1,03	16	Rare 1	0,93	0,93
	Rare 2	0,64	0,64		Rare 2	1,03	1,03		Rare 2	0,97	0,97		Rare 2	0,88	0,88
	Rare 3	0,64	0,64		Rare 3	1,01	1,01		Rare 3	0,95	0,95		Rare 3	0,86	0,86
	Rare 4	0,68	0,68		Rare 4	1,10	1,10		Rare 4	1,03	1,03		Rare 4	0,92	0,92
	Rare 5	0,64	0,64		Rare 5	1,03	1,03		Rare 5	0,97	0,97		Rare 5	0,86	0,86
	Rare 6	0,63	0,63		Rare 6	1,01	1,01		Rare 6	0,95	0,95		Rare 6	0,85	0,85
	Rare 7	0,63	0,63		Rare 7	1,01	1,01		Rare 7	0,95	0,95		Rare 7	0,84	0,84
	Rare 8	0,70	0,70		Rare 8	1,10	1,10		Rare 8	1,06	1,06		Rare 8	0,94	0,94
	Rare 9	0,66	0,66		Rare 9	1,03	1,03		Rare 9	1,00	1,00		Rare 9	0,88	0,88
	Rare 10	0,65	0,65		Rare 10	1,01	1,01		Rare 10	0,98	0,98		Rare 10	0,86	0,86
	Rare 11	0,66	0,66		Rare 11	1,01	1,01		Rare 11	0,99	0,99		Rare 11	0,86	0,86
	Freq 1	0,63	0,63		Freq 1	0,99	0,99		Freq 1	0,94	0,94		Freq 1	0,85	0,85
	Freq 2	0,62	0,62		Freq 2	0,98	0,98		Freq 2	0,92	0,92		Freq 2	0,84	0,84
	Freq 3	0,62	0,62		Freq 3	0,97	0,97		Freq 3	0,92	0,92		Freq 3	0,83	0,83
	Freq 4	0,62	0,62		Freq 4	0,97	0,97		Freq 4	0,92	0,92		Freq 4	0,83	0,83
	Freq 5	0,62	0,62		Freq 5	0,97	0,97		Freq 5	0,92	0,92		Freq 5	0,83	0,83
	Perm 1	0,62	0,62		Perm 1	0,97	0,97		Perm 1	0,92	0,92		Perm 1	0,83	0,83

CEDIMENTI ELASTICI ED EDOMETRICI															
Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
		MAX.	0,70		MAX.	1,10	1,10		MAX.	1,06	1,06		MAX.	0,94	0,94
17	Rare 1	0,57	0,57	21	Rare 1	0,42	0,42	22	Rare 1	0,51	0,51				
	Rare 2	0,54	0,54		Rare 2	0,41	0,41		Rare 2	0,49	0,49				
	Rare 3	0,53	0,53		Rare 3	0,40	0,40		Rare 3	0,48	0,48				
	Rare 4	0,58	0,58		Rare 4	0,44	0,44		Rare 4	0,51	0,51				
	Rare 5	0,55	0,55		Rare 5	0,43	0,43		Rare 5	0,49	0,49				
	Rare 6	0,54	0,54		Rare 6	0,43	0,43		Rare 6	0,48	0,48				
	Rare 7	0,55	0,55		Rare 7	0,45	0,45		Rare 7	0,48	0,48				
	Rare 8	0,58	0,58		Rare 8	0,42	0,42		Rare 8	0,51	0,51				
	Rare 9	0,55	0,55		Rare 9	0,41	0,41		Rare 9	0,49	0,49				
	Rare 10	0,54	0,54		Rare 10	0,41	0,41		Rare 10	0,49	0,49				
	Rare 11	0,55	0,55		Rare 11	0,41	0,41		Rare 11	0,49	0,49				
	Freq 1	0,53	0,53		Freq 1	0,40	0,40		Freq 1	0,48	0,48				
	Freq 2	0,52	0,52		Freq 2	0,40	0,40		Freq 2	0,47	0,47				
	Freq 3	0,52	0,52		Freq 3	0,40	0,40		Freq 3	0,47	0,47				
	Freq 4	0,52	0,52		Freq 4	0,41	0,41		Freq 4	0,47	0,47				
	Freq 5	0,52	0,52		Freq 5	0,40	0,40		Freq 5	0,47	0,47				
	Perm 1	0,52	0,52		Perm 1	0,40	0,40		Perm 1	0,47	0,47				
	MAX.	0,58	0,58		MAX.	0,45	0,45		MAX.	0,51	0,51				

6.2 VERIFICA STR PALI FONDAZIONE

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
1	1	50	12	1	-2516	1996	19,6	-2516	13766	12	1	1470	37995	10354	3,0	OK
1	2	150	12	1	-2025	2499	19,6	-2025	13826	13	1	919	37995	10354	3,0	OK
1	3	250	12	1	-1534	2618	19,6	-1534	13886	13	1	526	37995	10354	3,0	OK
1	4	290	12	1	-1338	2545	19,6	-1338	13910	12	1	535	37995	10354	3,0	OK
1	5	390	12	1	0	1908	19,6	0	14073	16	1	1158	37995	10354	3,0	OK
1	6	430	12	1	0	1563	19,6	0	14073	15	1	1175	37995	10354	3,0	OK
1	7	530	12	1	0	779	19,6	0	14073	15	1	936	37995	10354	3,0	OK
1	8	630	15	1	0	253	6,8	0	5407	15	1	545	37995	10354	3,0	OK
1	9	730	12	1	0	50	6,8	0	5407	15	1	204	37995	10354	3,0	OK
1	10	830	16	1	0	93	6,8	0	5407	13	1	27	37995	10354	3,0	OK
1	11	930	15	1	0	50	6,8	0	5407	15	1	79	37995	10354	3,0	OK
1	12	1030	15	1	0	2	6,8	0	5407	15	1	25	37995	10354	3,0	OK
1	13	1050	16	1	0	0	6,8	0	5407	8	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
2	1	50	15	1	18432	2101	19,6	18432	16241	15	1	1395	40524	10354	3,0	OK
2	2	150	12	1	22168	3022	19,6	22168	16625	15	1	1230	41037	10354	3,0	OK
2	3	250	12	1	22659	3121	19,6	22659	16676	1	1	979	41104	10354	3,0	OK
2	4	290	12	1	22855	3003	19,6	22855	16696	1	1	1086	41131	10354	3,0	OK
2	5	390	12	1	17051	2196	19,6	17051	16101	4	1	1376	40335	10354	3,0	OK
2	6	430	12	1	14122	1782	19,6	14122	15765	12	1	1324	39933	10354	3,0	OK
2	7	530	15	1	1786	376	19,6	1786	14290	12	1	1025	38240	10354	3,0	OK
2	8	630	12	1	0	248	6,8	0	5407	12	1	583	37995	10354	3,0	OK
2	9	730	1	1	0	101	6,8	0	5407	12	1	208	37995	10354	3,0	OK
2	10	830	4	1	0	115	6,8	0	5407	1	1	53	37995	10354	3,0	OK
2	11	930	12	1	0	56	6,8	0	5407	4	1	92	37995	10354	3,0	OK
2	12	1030	12	1	0	2	6,8	0	5407	12	1	28	37995	10354	3,0	OK
2	13	1050	13	1	0	0	6,8	0	5407	13	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																	
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica	
3 1	50	14	1	26457	3637	19,6	26457	17062	13	1	1543	41626	10354	3,0	OK		
3 2	150	14	1	26948	4404	19,6	26948	17110	13	1	1420	41693	10354	3,0	OK		
3 3	250	14	1	27439	4335	19,6	27439	17159	4	1	1386	41760	10354	3,0	OK		
3 4	290	14	1	27635	4105	19,6	27635	17179	8	1	1524	41787	10354	3,0	OK		
3 5	390	14	1	21831	2911	19,6	21831	16591	11	1	2137	40991	10354	3,0	OK		
3 6	430	14	1	18902	2340	19,6	18902	16292	11	1	1976	40589	10354	3,0	OK		
3 7	530	14	1	9812	1102	19,6	9812	15253	11	1	1432	39341	10354	3,0	OK		
3 8	630	14	1	0	293	6,8	0	5407	11	1	762	37995	10354	3,0	OK		
3 9	730	11	1	0	131	6,8	0	5407	14	1	258	37995	10354	3,0	OK		
3 10	830	11	1	0	177	6,8	0	5407	4	1	75	37995	10354	3,0	OK		
3 11	930	11	1	0	85	6,8	0	5407	11	1	143	37995	10354	3,0	OK		
3 12	1030	11	1	0	3	6,8	0	5407	11	1	41	37995	10354	3,0	OK		
3 13	1050	19	1	0	0	6,8	0	5407	9	1	0	37995	10354	3,0	OK		

VERIFICHE PALI																	
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica	
4 1	50	15	1	13919	4320	19,6	13919	15741	17	1	1473	39905	10354	3,0	OK		
4 2	150	15	1	14409	4881	19,6	14409	15799	12	1	1334	39972	10354	3,0	OK		
4 3	250	15	1	14900	4604	19,6	14900	15856	4	1	1698	40040	10354	3,0	OK		
4 4	290	15	1	15097	4295	19,6	15097	15879	8	1	1842	40067	10354	3,0	OK		
4 5	390	15	1	9293	2957	19,6	9293	15191	8	1	2120	39270	10354	3,0	OK		
4 6	430	15	1	6363	2354	19,6	6363	14840	15	1	1884	38868	10354	3,0	OK		
4 7	530	15	1	0	1078	19,6	0	14073	15	1	1391	37995	10354	3,0	OK		
4 8	630	14	1	0	262	6,8	0	5407	15	1	753	37995	10354	3,0	OK		
4 9	730	8	1	0	172	6,8	0	5407	15	1	243	37995	10354	3,0	OK		
4 10	830	8	1	0	179	6,8	0	5407	4	1	92	37995	10354	3,0	OK		
4 11	930	15	1	0	81	6,8	0	5407	8	1	141	37995	10354	3,0	OK		
4 12	1030	15	1	0	3	6,8	0	5407	15	1	39	37995	10354	3,0	OK		
4 13	1050	9	1	0	0	6,8	0	5407	9	1	0	37995	10354	3,0	OK		

VERIFICHE PALI																	
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdu	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica	

N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
5	1	50	18	1	24550	3152	19,6	24550	16890	15	1	1309	41364	10354	3,0	OK
5	2	150	16	1	25201	3681	19,6	25201	16934	19	1	1106	41453	10354	3,0	OK
5	3	250	16	1	25692	3565	19,6	25692	16986	1	1	1147	41521	10354	3,0	OK
5	4	290	16	1	25889	3358	19,6	25889	17005	8	1	1309	41548	10354	3,0	OK
5	5	390	16	1	20085	2358	19,6	20085	16411	11	1	1862	40751	10354	3,0	OK
5	6	430	16	1	17155	1890	19,6	17155	16112	11	1	1723	40349	10354	3,0	OK
5	7	530	16	1	8065	883	19,6	8065	15044	11	1	1248	39102	10354	3,0	OK
5	8	630	16	1	0	230	6,8	0	5407	11	1	664	37995	10354	3,0	OK
5	9	730	8	1	0	122	6,8	0	5407	11	1	206	37995	10354	3,0	OK
5	10	830	11	1	0	154	6,8	0	5407	1	1	62	37995	10354	3,0	OK
5	11	930	11	1	0	74	6,8	0	5407	11	1	125	37995	10354	3,0	OK
5	12	1030	11	1	0	3	6,8	0	5407	11	1	35	37995	10354	3,0	OK
5	13	1050	12	1	0	0	6,8	0	5407	1	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdru	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
6	1	50	12	1	16869	1577	19,6	16869	16083	12	1	1188	40310	10354	3,0	OK
6	2	150	12	1	17360	2195	19,6	17360	16133	15	1	895	40377	10354	3,0	OK
6	3	250	12	1	17851	2341	19,6	17851	16182	15	1	488	40445	10354	3,0	OK
6	4	290	12	1	18047	2276	19,6	18047	16201	7	1	501	40472	10354	3,0	OK
6	5	390	12	1	12243	1698	19,6	12243	15543	12	1	1000	39675	10354	3,0	OK
6	6	430	12	1	9314	1387	19,6	9314	15194	12	1	1005	39273	10354	3,0	OK
6	7	530	12	1	224	684	19,6	224	14100	12	1	791	38025	10354	3,0	OK
6	8	630	12	1	0	207	6,8	0	5407	12	1	457	37995	10354	3,0	OK
6	9	730	7	1	0	46	6,8	0	5407	12	1	169	37995	10354	3,0	OK
6	10	830	12	1	0	79	6,8	0	5407	15	1	24	37995	10354	3,0	OK
6	11	930	12	1	0	43	6,8	0	5407	12	1	68	37995	10354	3,0	OK
6	12	1030	12	1	0	2	6,8	0	5407	12	1	21	37995	10354	3,0	OK
6	13	1050	14	1	0	0	6,8	0	5407	18	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdru	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
7	1	50	15	1	17246	1477	19,6	17246	16121	15	1	1159	40362	10354	3,0	OK
7	2	150	15	1	17737	2132	19,6	17737	16171	12	1	867	40429	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
7	3	250	15	1	18227	2294	19,6	18227	16220	7	1	477	40496	10354	3,0	OK
7	4	290	15	1	18424	2235	19,6	18424	16240	7	1	439	40523	10354	3,0	OK
7	5	390	15	1	12620	1671	19,6	12620	15587	15	1	979	39727	10354	3,0	OK
7	6	430	15	1	9690	1365	19,6	9690	15239	15	1	987	39325	10354	3,0	OK
7	7	530	15	1	600	673	19,6	600	14146	15	1	778	38077	10354	3,0	OK
7	8	630	15	1	0	203	6,8	0	5407	15	1	449	37995	10354	3,0	OK
7	9	730	7	1	0	42	6,8	0	5407	15	1	166	37995	10354	3,0	OK
7	10	830	15	1	0	78	6,8	0	5407	7	1	25	37995	10354	3,0	OK
7	11	930	15	1	0	42	6,8	0	5407	15	1	67	37995	10354	3,0	OK
7	12	1030	15	1	0	2	6,8	0	5407	15	1	21	37995	10354	3,0	OK
7	13	1050	15	1	0	0	6,8	0	5407	14	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
8	1	50	18	1	17391	2663	19,6	17391	16137	13	1	1171	40381	10354	3,0	OK
8	2	150	16	1	18960	3235	19,6	18960	16298	15	1	1017	40597	10354	3,0	OK
8	3	250	16	1	19451	3073	19,6	19451	16349	8	1	1068	40664	10354	3,0	OK
8	4	290	16	1	19647	2876	19,6	19647	16370	4	1	1243	40691	10354	3,0	OK
8	5	390	16	1	13843	1995	19,6	13843	15732	7	1	1656	39894	10354	3,0	OK
8	6	430	18	1	9836	1379	19,6	9836	15256	7	1	1504	39345	10354	3,0	OK
8	7	530	18	1	746	644	19,6	746	14163	7	1	1067	38097	10354	3,0	OK
8	8	630	12	1	0	214	6,8	0	5407	12	1	563	37995	10354	3,0	OK
8	9	730	4	1	0	116	6,8	0	5407	12	1	190	37995	10354	3,0	OK
8	10	830	7	1	0	138	6,8	0	5407	4	1	59	37995	10354	3,0	OK
8	11	930	7	1	0	65	6,8	0	5407	7	1	111	37995	10354	3,0	OK
8	12	1030	7	1	0	2	6,8	0	5407	7	1	31	37995	10354	3,0	OK
8	13	1050	5	1	0	0	6,8	0	5407	12	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
9	1	50	18	1	32110	1440	19,6	32110	17621	15	1	1081	42402	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdu	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	Kg/m	
9	2	150	18	1	32601	1950	19,6	32601	17669	13	1	764	42469	10354	3,0	OK
9	3	250	14	1	33114	2065	19,6	33114	17718	1	1	440	42539	10354	3,0	OK
9	4	290	14	1	33310	2009	19,6	33310	17737	1	1	492	42566	10354	3,0	OK
9	5	390	14	1	27506	1502	19,6	27506	17166	11	1	997	41770	10354	3,0	OK
9	6	430	14	1	24577	1228	19,6	24577	16871	11	1	973	41368	10354	3,0	OK
9	7	530	14	1	15487	606	19,6	15487	15925	11	1	748	40120	10354	3,0	OK
9	8	630	14	1	4339	181	6,8	4339	6220	11	1	427	38590	10354	3,0	OK
9	9	730	18	1	0	41	6,8	0	5407	14	1	166	37995	10354	3,0	OK
9	10	830	11	1	0	112	6,8	0	5407	13	1	31	37995	10354	3,0	OK
9	11	930	11	1	0	90	6,8	0	5407	11	1	51	37995	10354	3,0	OK
9	12	1030	11	1	0	48	6,8	0	5407	11	1	54	37995	10354	3,0	OK
9	13	1130	11	1	0	14	6,8	0	5407	11	1	31	37995	10354	3,0	OK
9	14	1230	11	1	0	0	6,8	0	5407	11	1	5	37995	10354	3,0	OK
9	15	1250	14	1	0	0	6,8	0	5407	10	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdu	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	Kg/m	
10	1	50	14	1	32981	633	19,6	32981	17709	18	1	1467	42521	10354	3,0	OK
10	2	150	14	1	33472	1394	19,6	33472	17753	18	1	992	42588	10354	3,0	OK
10	3	250	14	1	33962	1804	19,6	33962	17800	11	1	413	42656	10354	3,0	OK
10	4	290	14	1	34159	1851	19,6	34159	17819	8	1	289	42683	10354	3,0	OK
10	5	390	18	1	27853	1412	19,6	27853	17201	17	1	992	41817	10354	3,0	OK
10	6	430	18	1	24924	1192	19,6	24924	16906	17	1	1036	41415	10354	3,0	OK
10	7	530	18	1	15834	640	19,6	15834	15966	17	1	845	40168	10354	3,0	OK
10	8	630	18	1	4686	229	6,8	4686	6285	17	1	510	38638	10354	3,0	OK
10	9	730	19	1	0	27	6,8	0	5407	17	1	214	37995	10354	3,0	OK
10	10	830	17	1	0	113	6,8	0	5407	18	1	39	37995	10354	3,0	OK
10	11	930	17	1	0	100	6,8	0	5407	17	1	49	37995	10354	3,0	OK
10	12	1030	17	1	0	55	6,8	0	5407	17	1	59	37995	10354	3,0	OK
10	13	1130	17	1	0	18	6,8	0	5407	17	1	37	37995	10354	3,0	OK
10	14	1230	17	1	0	1	6,8	0	5407	17	1	6	37995	10354	3,0	OK
10	15	1250	11	1	0	0	6,8	0	5407	14	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																	
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdù Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m		Verifica
11	1	50	12	1	35640	831	19,6	35640	17963	14	1	1089	42886	10354	3,0		OK
11	2	150	12	1	36131	1454	19,6	36131	18010	14	1	750	42953	10354	3,0		OK
11	3	250	12	1	36622	1694	19,6	36622	18057	11	1	330	43021	10354	3,0		OK
11	4	290	12	1	36819	1689	19,6	36819	18076	11	1	221	43048	10354	3,0		OK
11	5	390	12	1	31014	1315	19,6	31014	17513	13	1	729	42251	10354	3,0		OK
11	6	430	16	1	27493	947	19,6	27493	17165	13	1	763	41768	10354	3,0		OK
11	7	530	18	1	18207	467	19,6	18207	16218	13	1	624	40493	10354	3,0		OK
11	8	630	18	1	7059	163	6,8	7059	6726	13	1	376	38964	10354	3,0		OK
11	9	730	12	1	0	21	6,8	0	5407	13	1	158	37995	10354	3,0		OK
11	10	830	13	1	0	83	6,8	0	5407	14	1	29	37995	10354	3,0		OK
11	11	930	13	1	0	74	6,8	0	5407	13	1	36	37995	10354	3,0		OK
11	12	1030	13	1	0	41	6,8	0	5407	13	1	43	37995	10354	3,0		OK
11	13	1130	13	1	0	13	6,8	0	5407	13	1	27	37995	10354	3,0		OK
11	14	1230	13	1	0	0	6,8	0	5407	13	1	5	37995	10354	3,0		OK
11	15	1250	18	1	0	0	6,8	0	5407	14	1	0	37995	10354	3,0		OK

VERIFICHE PALI																	
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdù Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m		Verifica
12	1	50	14	1	21749	3159	19,6	21749	16582	17	1	1466	40979	10354	3,0		OK
12	2	150	14	1	22239	3688	19,6	22239	16633	13	1	1142	41047	10354	3,0		OK
12	3	250	14	1	22730	3578	19,6	22730	16683	4	1	1220	41114	10354	3,0		OK
12	4	290	14	1	22927	3375	19,6	22927	16814	1	1	1314	41141	10354	3,0		OK
12	5	390	14	1	17123	2381	19,6	17123	16178	8	1	1592	40345	10354	3,0		OK
12	6	430	14	1	14193	1912	19,6	14193	15773	14	1	1483	39943	10354	3,0		OK
12	7	530	18	1	4247	809	19,6	4247	14587	14	1	1116	38578	10354	3,0		OK
12	8	630	18	1	0	245	6,8	0	5407	14	1	618	37995	10354	3,0		OK
12	9	730	1	1	0	123	6,8	0	5407	14	1	210	37995	10354	3,0		OK
12	10	830	8	1	0	134	6,8	0	5407	4	1	66	37995	10354	3,0		OK
12	11	930	14	1	0	63	6,8	0	5407	8	1	106	37995	10354	3,0		OK
12	12	1030	14	1	0	2	6,8	0	5407	14	1	31	37995	10354	3,0		OK
12	13	1050	5	1	0	0	6,8	0	5407	11	1	0	37995	10354	3,0		OK

VERIFICHE PALI																	
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
13	1	50	13	1	11364	4325	19,6	11364	15438	12	1	1377	39554	10354	3,0	OK
13	2	150	13	1	11855	4839	19,6	11855	15497	15	1	1381	39622	10354	3,0	OK
13	3	250	13	1	12346	4549	19,6	12346	15555	8	1	1661	39689	10354	3,0	OK
13	4	290	13	1	12543	4240	19,6	12543	15578	4	1	1871	39716	10354	3,0	OK
13	5	390	13	1	6738	2918	19,6	6738	14885	4	1	2300	38919	10354	3,0	OK
13	6	430	13	1	3809	2323	19,6	3809	14534	7	1	2047	38517	10354	3,0	OK
13	7	530	12	1	0	1123	19,6	0	14073	12	1	1438	37995	10354	3,0	OK
13	8	630	12	1	0	277	6,8	0	5407	12	1	782	37995	10354	3,0	OK
13	9	730	4	1	0	174	6,8	0	5407	12	1	255	37995	10354	3,0	OK
13	10	830	4	1	0	194	6,8	0	5407	8	1	90	37995	10354	3,0	OK
13	11	930	7	1	0	88	6,8	0	5407	4	1	153	37995	10354	3,0	OK
13	12	1030	7	1	0	3	6,8	0	5407	7	1	42	37995	10354	3,0	OK
13	13	1050	17	1	0	0	6,8	0	5407	17	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
14	1	50	17	1	24764	3121	19,6	24764	16899	12	1	1353	41393	10354	3,0	OK
14	2	150	19	1	25410	3581	19,6	25410	16958	12	1	1055	41482	10354	3,0	OK
14	3	250	19	1	25901	3441	19,6	25901	17006	8	1	1190	41549	10354	3,0	OK
14	4	290	19	1	26097	3233	19,6	26097	17026	4	1	1273	41576	10354	3,0	OK
14	5	390	19	1	20293	2259	19,6	20293	16433	19	1	1491	40780	10354	3,0	OK
14	6	430	19	1	17363	1807	19,6	17363	16133	19	1	1420	40378	10354	3,0	OK
14	7	530	19	1	8274	841	19,6	8274	15069	19	1	1060	39130	10354	3,0	OK
14	8	630	15	1	0	236	6,8	0	5407	19	1	582	37995	10354	3,0	OK
14	9	730	4	1	0	119	6,8	0	5407	15	1	195	37995	10354	3,0	OK
14	10	830	19	1	0	122	6,8	0	5407	4	1	64	37995	10354	3,0	OK
14	11	930	19	1	0	61	6,8	0	5407	19	1	100	37995	10354	3,0	OK
14	12	1030	19	1	0	2	6,8	0	5407	19	1	30	37995	10354	3,0	OK
14	13	1050	17	1	0	0	6,8	0	5407	19	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdù Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
15	1	50	13	1	18665	3001	19,6	18665	16268	14	1	1598	40556	10354	3,0	OK
15	2	150	13	1	19156	3836	19,6	19156	16319	14	1	1300	40624	10354	3,0	OK
15	3	250	13	1	19647	3891	19,6	19647	16370	8	1	1055	40691	10354	3,0	OK
15	4	290	13	1	19843	3721	19,6	19843	16386	1	1	1088	40718	10354	3,0	OK
15	5	390	13	1	14039	2689	19,6	14039	15755	13	1	1673	39921	10354	3,0	OK
15	6	430	13	1	11109	2175	19,6	11109	15408	13	1	1639	39519	10354	3,0	OK
15	7	530	17	1	1597	942	19,6	1597	14267	13	1	1258	38214	10354	3,0	OK
15	8	630	13	1	0	291	6,8	0	5407	13	1	708	37995	10354	3,0	OK
15	9	730	1	1	0	102	6,8	0	5407	13	1	249	37995	10354	3,0	OK
15	10	830	13	1	0	135	6,8	0	5407	8	1	56	37995	10354	3,0	OK
15	11	930	13	1	0	70	6,8	0	5407	13	1	113	37995	10354	3,0	OK
15	12	1030	13	1	0	3	6,8	0	5407	13	1	35	37995	10354	3,0	OK
15	13	1050	7	1	0	0	6,8	0	5407	7	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdù Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
16	1	50	12	1	14557	2364	19,6	14557	15816	12	1	1423	39992	10354	3,0	OK
16	2	150	13	1	16708	2878	19,6	16708	16066	16	1	1115	40288	10354	3,0	OK
16	3	250	13	1	17199	2715	19,6	17199	16116	8	1	1141	40355	10354	3,0	OK
16	4	290	13	1	17395	2556	19,6	17395	16137	4	1	1212	40382	10354	3,0	OK
16	5	390	12	1	9931	1434	19,6	9931	15267	19	1	1527	39358	10354	3,0	OK
16	6	430	12	1	7001	1179	19,6	7001	14917	19	1	1466	38956	10354	3,0	OK
16	7	530	13	1	0	705	19,6	0	14073	19	1	1104	37995	10354	3,0	OK
16	8	630	15	1	0	250	6,8	0	5407	19	1	611	37995	10354	3,0	OK
16	9	730	4	1	0	113	6,8	0	5407	15	1	209	37995	10354	3,0	OK
16	10	830	19	1	0	124	6,8	0	5407	4	1	61	37995	10354	3,0	OK
16	11	930	19	1	0	63	6,8	0	5407	19	1	103	37995	10354	3,0	OK
16	12	1030	19	1	0	2	6,8	0	5407	19	1	31	37995	10354	3,0	OK
16	13	1050	15	1	0	0	6,8	0	5407	17	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdù	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica

N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
17	1	50	19	1	4709	3149	19,6	4709	14642	17	1	1481	38641	10354	3,0	OK
17	2	150	19	1	5199	3786	19,6	5199	14701	18	1	1256	38708	10354	3,0	OK
17	3	250	19	1	5690	3741	19,6	5690	14760	8	1	1150	38776	10354	3,0	OK
17	4	290	19	1	5887	3551	19,6	5887	14783	1	1	1191	38803	10354	3,0	OK
17	5	390	19	1	83	2536	19,6	83	14083	17	1	1688	38006	10354	3,0	OK
17	6	430	17	1	0	2146	19,6	0	14073	17	1	1638	37995	10354	3,0	OK
17	7	530	17	1	0	1019	19,6	0	14073	17	1	1247	37995	10354	3,0	OK
17	8	630	17	1	0	277	6,8	0	5407	17	1	696	37995	10354	3,0	OK
17	9	730	1	1	0	111	6,8	0	5407	17	1	240	37995	10354	3,0	OK
17	10	830	17	1	0	136	6,8	0	5407	8	1	61	37995	10354	3,0	OK
17	11	930	17	1	0	70	6,8	0	5407	17	1	114	37995	10354	3,0	OK
17	12	1030	17	1	0	3	6,8	0	5407	17	1	34	37995	10354	3,0	OK
17	13	1050	19	1	0	0	6,8	0	5407	17	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdru	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
21	1	50	15	1	-5255	970	19,6	-5255	13431	15	1	1422	37995	10354	3,0	OK
21	2	150	15	1	-4764	1823	19,6	-4764	13491	12	1	897	37995	10354	3,0	OK
21	3	250	15	1	-4273	2164	19,6	-4273	13552	12	1	232	37995	10354	3,0	OK
21	4	290	15	1	-4077	2168	19,6	-4077	13576	11	1	213	37995	10354	3,0	OK
21	5	390	15	1	0	1701	19,6	0	14073	15	1	912	37995	10354	3,0	OK
21	6	430	15	1	0	1409	19,6	0	14073	15	1	961	37995	10354	3,0	OK
21	7	530	15	1	0	721	19,6	0	14073	15	1	788	37995	10354	3,0	OK
21	8	630	15	1	0	237	6,8	0	5407	15	1	471	37995	10354	3,0	OK
21	9	730	11	1	0	19	6,8	0	5407	15	1	185	37995	10354	3,0	OK
21	10	830	15	1	0	71	6,8	0	5407	12	1	9	37995	10354	3,0	OK
21	11	930	15	1	0	41	6,8	0	5407	15	1	63	37995	10354	3,0	OK
21	12	1030	15	1	0	2	6,8	0	5407	15	1	21	37995	10354	3,0	OK
21	13	1050	18	1	0	0	6,8	0	5407	18	1	0	37995	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo	Sez.	Dist	Comb	Fil	Nsdu	Msdu	Atot	Nrdu	Mrdru	Comb	Fil	Vsdu	Vrdu c	Vrdu s	A sta	Verifica
N.	N.	cm	fles	fle	Kg	Kgm	cmq	Kg	Kgm	tagl	tag	Kg	Kg	Kg	cmq/m	
22	1	50	17	1	8022	1197	19,6	8022	15039	12	1	1434	39096	10354	3,0	OK
22	2	150	19	1	8134	1783	19,6	8134	15053	15	1	897	39111	10354	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fie	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdù Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
22	3	250	19	1	8625	2064	19,6	8625	15111	11	1	240	39178	10354	3,0	OK
22	4	290	19	1	8822	2055	19,6	8822	15135	17	1	203	39205	10354	3,0	OK
22	5	390	19	1	3018	1597	19,6	3018	14438	12	1	940	38409	10354	3,0	OK
22	6	430	19	1	88	1319	19,6	88	14084	12	1	984	38007	10354	3,0	OK
22	7	530	12	1	0	732	19,6	0	14073	12	1	804	37995	10354	3,0	OK
22	8	630	12	1	0	240	6,8	0	5407	12	1	479	37995	10354	3,0	OK
22	9	730	17	1	0	18	6,8	0	5407	12	1	187	37995	10354	3,0	OK
22	10	830	13	1	0	74	6,8	0	5407	11	1	11	37995	10354	3,0	OK
22	11	930	12	1	0	42	6,8	0	5407	12	1	65	37995	10354	3,0	OK
22	12	1030	12	1	0	2	6,8	0	5407	12	1	21	37995	10354	3,0	OK
22	13	1050	12	1	0	0	6,8	0	5407	15	1	0	37995	10354	3,0	OK