



Città Metropolitana
di VENEZIA

Regione VENETO

PROGETTO

Ampliamento "Vetreria Zignago Vetro"
di Fossalta di Portogruaro
Sezione I
Sistemazione Area, Viabilità e Depositi
Progetto Definitivo

COMMITTENTE



Zignago Vetro S.p.A.

Viale Ita Marzotto, 8
30025 - Villanova di Fossalta di Portogruaro
VENEZIA

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE
Capannone H

NUMERO ELABORATO

PD-CH-ST-R04

DATA PRIMA EMISSIONE
03.07.2017

PROGETTISTI

Ing. Marco Pujatti

Ing. Pieralberto Fadalti

FIRME COMMITTENTE

INDICE ANALITICO

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ADOTTATI	7
5. PARAMETRI FONDAMENTALI (D.M. 14-01-08)	8
6. COMBINAZIONE DELLE AZIONI (§ 2.5.3 D.M. 14-01-08)	10
7. ANALISI DEI CARICHI	11
8. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	15
9. VALIDAZIONE E CONCLUSIONI	17

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nel contesto del *progetto definitivo* promosso dal committente Zignago Vetro S.p.a. riferito all'ampliamento della vetreria con la costruzione di un nuovo forno fusorio in località Villanova di Fossalta di Portogruaro (VE), in Via Ita Marzotto n°8 (CAP 30025).

I riferimenti catastali, per l'identificazione dei lotti interessati dal progetto, sono indicativamente i seguenti:

Foglio 15, Mappale 791;

Foglio 15, Mappale 786;

Foglio 15, Mappale 813;

Foglio 15, Mappale 811;

Foglio 15, Mappale 69.

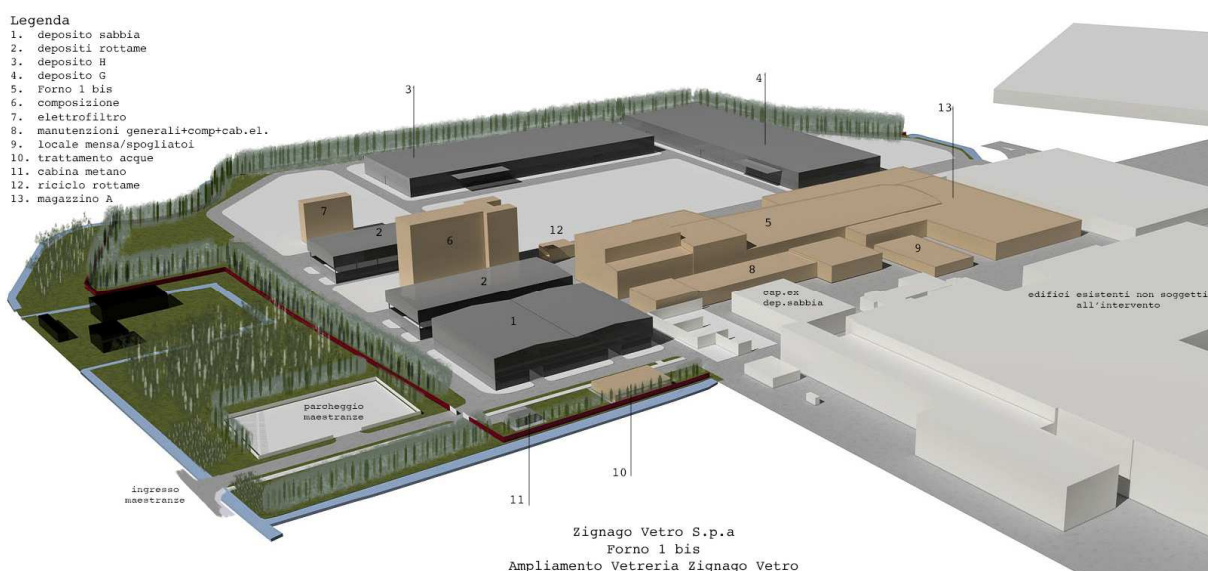


Figura 1: Veduta del progetto nella sua interezza.

L'opera nel suo complesso si presenta come un insieme di strutture industriali a destinazione differente, fisicamente circondanti al forno e funzionalmente asserventi ad esso quali magazzini, depositi per macchinari, materie prime e materiale finito, locali per la manutenzione ed altri a servizio dei lavoratori; insieme anche a tutte le opere accessorie che si rendono necessarie per il funzionamento sinergico delle parti, come strade, parcheggi e strutture per l'approvvigionamento energetico.

In particolare, oggetto del presente elaborato è la struttura "deposito H", identificata in figura con il numero 3.

2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO

La struttura ha le dimensioni in pianta di 157.0m per 60.5m, ed è organizzata su maglie regolari 11.8m x 26.0m.

La struttura di copertura consta di tegoli alari tipo SKY in c.a.; grondaie e pluviali sono in lamiera inox AISI 316L 7/10.

L'orditura di travi a sostegno della copertura prevede soluzioni in C32/40 da 50cm per 100cm lungo la direzione maggiore (campi da 25.3m), e da 60cm per 80cm lungo il lato minore (campi da 11,1m).

La struttura verticale comprende pilastri 70cm per 70cm, con altezza di 8m.

Oggetto del presente elaborato sono le strutture di fondazione, per le quali si è fatto uso di soluzioni tipo plinto su pali, con plinti 2,65m x 2,65m da 80cm di spessore, e 4 pali battuti da 19m in C40/50 con diametro 530mm in sommità e 260mm in testa.

Le chiusure perimetrali sono composte di pannelli prefabbricati in c.a..

Il pacchetto di chiusura inferiore prevede 20cm di massetto armato da una doppia rete elettrosaldata $\varnothing 8/20 \times 20$ cm sopra 10cm di allettamento in materiale stabilizzato fine e 30-70cm di stabilizzato per la regolarizzazione del terreno.

Chiude il pacchetto uno strato di 40cm in ghiaione trattato con cemento.

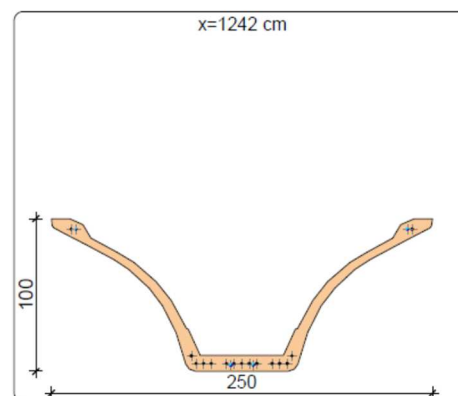


Figura 2: Sezione del tegolo alare tipo SKY di copertura.

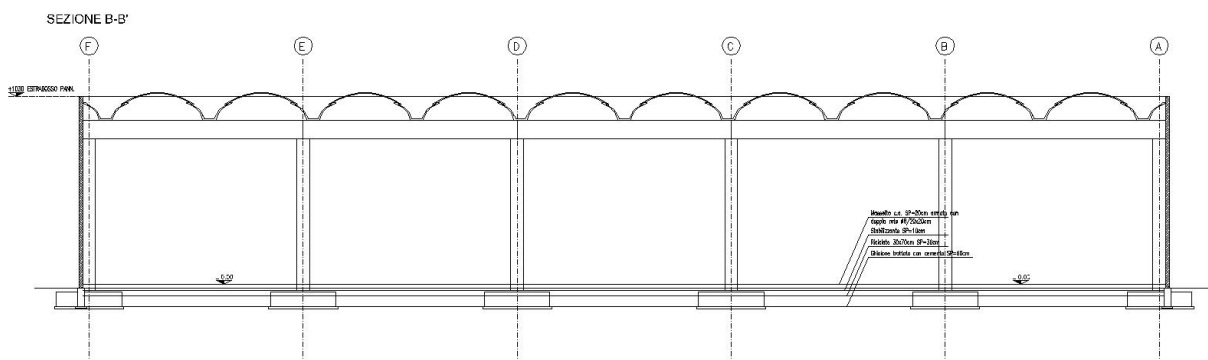


Figura 3: sezione caratteristica del Capannone H

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione degli interventi strutturali sarà condotta sulla base dei seguenti riferimenti normativi e bibliografici:

- LEGGE n. 1086 del 5/11/1971 che disciplina l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- LEGGE n.64 del 2/02/1974 concernente provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.P.R. n. 380 del 2001 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.
- D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni sul Supplemento Ordinario della G.U. n. 29 del 4.02.2008
- Circolare n.617 del 02/02/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ADOTTATI

Si riportano a seguire le specifiche meccaniche e resistenti dei materiali previsti per l'esecuzione delle opere di cui al presente elaborato.

CALCESTRUZZO							
Classe C32/40 per travi di fondazione e plinti, C40/50 per pali battuti							
	R_{ck}	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	E
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
C25/30	30,0	25	16,7	2,6	1,8	1,1	31476
C32/40	40,0	32	21,3	3,0	2,1	1,3	33346
C40/50	50,0	40	26,7	3,5	2,5	1,5	35220

ACCIAIO PER C.A.			
B450C			
f_{tk}	f_{yk}	f_{yd}	E
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
540	450	391	210000

BULLONERIA			
Bulloni ad alta resistenza Classe 8.8			
	f_{yb}	f_{yd}	f_{tb}
	[MPa]	[MPa]	[MPa]
8.8	649	519	800


5. PARAMETRI FONDAMENTALI (D.M. 14-01-08)

La progettazione strutturale del fabbricato è stata svolta in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 che prevedono l'impiego del metodo semiprobabilistico agli stati limite, con valutazione sia degli stati limite ultimi che di esercizio, che si possono verificare durante la vita nominale di cui al §2.4 del D.M. 14/01/2008.

La vita nominale, la classe d'uso e il periodo di riferimento per l'azione sismica dell'edificio, sono stati scelti in conformità sia alle prescrizioni della normativa nazionale che di quella regionale.

In particolare si sono assunti:

SISMA						
$V_N=$	50 anni	vita nominale				
Classe d'uso	II					
$C_u=$	1	coefficiente d'uso				
$V_R=V_N C_u=$	50	periodo di riferimento per l'azione sismica				
Cat. del sottosuolo	C					
Cat. topografica	T1					
$S_T=$	1					
Località	Fossalta di Portogruaro (VE), viale Ita Marzotto					
Tabella parametri di riferimento per l'azione sismica						
SL	T_R	a_g/g	F_0	T^*_c	S_S	S_T
SLO	30	0,0325	2,575	0,217	1,50	1,00
SLD	50	0,0392	2,615	0,26	1,50	1,00
SLV	475	0,0974	2,596	0,378	1,50	1,00



Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)
45.77177379	12.89833546

Fattore di struttura

Per la valutazione della risposta sismica si avrebbe potuto far riferimento ad un fattore di struttura pari a $3.3 = 3 \times 1.1$, con riferimento a strutture a telaio di un piano in c.a. in CD"B"; dal momento che la presente si occupa delle sole strutture di fondazione, si è preferito far riferimento ad un fattore di struttura inferiore, fissato in 2.5.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IIRLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	$0,099 \cdot q$
F_s	2,592
T_c	$0,376 \cdot x$
S_s	1,500
C_c	1,450
S_T	1,000
q	2,500

Parametri dipendenti

S	1,500
η	0,400
T_b	$0,182 \cdot x$
T_c	$0,545 \cdot x$
T_d	$1,995 \cdot x$

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (S + 5)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_b \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_d = 40 \cdot a_s / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,148
$T_b \leftarrow$	0,182	0,154
$T_c \leftarrow$	0,545	0,154
	0,614	0,136
	0,683	0,123
	0,752	0,111
	0,821	0,102
	0,890	0,094
	0,959	0,087
	1,028	0,081
	1,097	0,076
	1,166	0,072
	1,235	0,068
	1,305	0,064
	1,374	0,061
	1,443	0,058
	1,512	0,055
	1,581	0,053
	1,650	0,051
	1,719	0,049
	1,788	0,047
	1,857	0,045
	1,926	0,043
$T_d \leftarrow$	1,995	0,042
	2,091	0,038
	2,186	0,035
	2,282	0,032
	2,377	0,030
	2,473	0,027

6. COMBINAZIONE DELLE AZIONI (§ 2.5.3 D.M. 14-01-08)

Combinazione

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

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

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

SLE quasi perm. $G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \psi_{23}Q_{k3} + \dots$

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

Valori dei coefficienti parziali per le azioni (Tabella §2.6.1 D.M. 14-01-2008)

7. ANALISI DEI CARICHI

La presente analisi dei carichi è stata svolta sulla base degli elementi costruttivi indicati negli elaborati grafici di progetto e con l'adozione dei carichi variabili previsti dalla normativa vigente: D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

CARICHI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO							
COPERTURA							
							kN/m ²
Tegoli alari tipo SKY						G_{k1} =	1,18
							kN/m ²
Carico da neve						Q_{neve} =	0,80
CARICO PERMANENTE:						G_{k1} =	1,18 kN/m²
CARICO VARIABILE:						Q_{k,max} =	0,80 kN/m²
TRAVI IN C.A. IN DIREZIONE Y							
							kN/m
Trave in c.a. sezione 60cm x 80cm						G_{k1} =	12,00
CARICO PERMANENTE:						G_{k1} =	12,00 kN/m
CARICO VARIABILE:						Q_{k,max} =	0,00 kN/m
TRAVI IN C.A. IN DIREZIONE X							
							kN/m
Trave in c.a. sezione 50cm x 100cm						G_{k1} =	12,50
CARICO PERMANENTE:						G_{k1} =	12,50 kN/m
CARICO VARIABILE:						Q_{k,max} =	0,00 kN/m
CHIUSURA INFERIORE							
							kN/m ²
Massetto in c.a. da 20 cm di spessore				25kN/mc*0,2m=		G_{k1} =	5,00
							kN/m ²
Carico dovuto all'utenza						Q =	6,00
CARICO PERMANENTE:						G_{k1} =	5,00 kN/m²
CARICO VARIABILE:						Q_{k,max} =	6,00 kN/m²

NEVE					
LOCALITA'	Fossalta di Portogruaro			Zona II	
$a_s =$	3 m	<	200 m		
$q_{sk} =$	1,00 kN/m ²				
$C_E =$	1,00				
$C_t =$	1,00				
Caso: copertura a 1 falda					
$\alpha =$	0,0 ° < 30°				
$\mu_1(\alpha) =$	0,80				
$q_s = \mu_1 C_E C_t q_{sk} =$	0,80 kN/m ²				

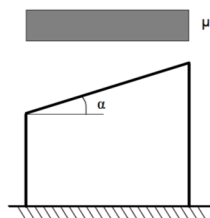


Figura 3.4.2 – Condizioni di carico per coperture ad una falda

VENTO					
ZONA 1					
$v_b =$			25 m/s		
$\rho =$			1,25		
$q_b = 0,5\rho v_b^2 =$			0,39 kN/m ²		
Classe di rugosità del terreno			B		
Categoria di esposizione			III		
$k_r =$			0,20		
$z_o =$			0,10 m		
$z_{min} =$			5,00 m		
$z_{max} =$			10,3 m		
$C_d =$			1		
$C_t =$			1		
$C_e(z_{max}) = k_r^2 c_t \ln(z_{max}/z_o) [7 + c_t \ln(z_{max}/z_o)] =$			2,16		
$C_e(z_{min}) = k_r^2 c_t \ln(z_{min}/z_o) [7 + c_t \ln(z_{min}/z_o)] =$			1,71		
$p = q_b C_e C_d C_p$					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>$C_{pe} = +0,03 \alpha - 1$</p> <p>$C_{pe} = -0,4$</p> <p>$C_{pe} = +0,8$</p> <p>$C_{pi} = +0,2$</p> <p>$C_{pe} = -0,4$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>$C_{pe} = +0,03 \alpha - 1$</p> <p>$C_{pe} = -0,4$</p> <p>$C_{pe} = +0,8$</p> <p>$C_{pi} = -0,2$</p> <p>$C_{pe} = -0,4$</p> </div> </div>					
Si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno del fabbricato					

PRESSIONE ESERCITATA DAL VENTO								
pareti sopravento (cp=0,8)								
p (h=10,3m)= $q_b C_e C_d C_p =$			0,67	kN/m ²				
p (h=5m)= $q_b C_e C_d C_p =$			0,53	kN/m ²				
pareti sottovento (cp=-0,4)								
p (h=10,3m)= $q_b C_e C_d C_p =$			-0,34	kN/m ²				
p (h=5m)= $q_b C_e C_d C_p =$			-0,27	kN/m ²				
copertura sopravento (cp=-0,4)								
p (h=10,3m)= $q_b C_e C_d C_p =$			-0,34	kN/m ²				
copertura sottovento (cp=-0,4)								
p (h=10,3m)= $q_b C_e C_d C_p =$			-0,34	kN/m ²				

A seguire la determinazione dei carichi intesi come lineari agenti sugli elementi verticali, così come adottati per il modello di calcolo.

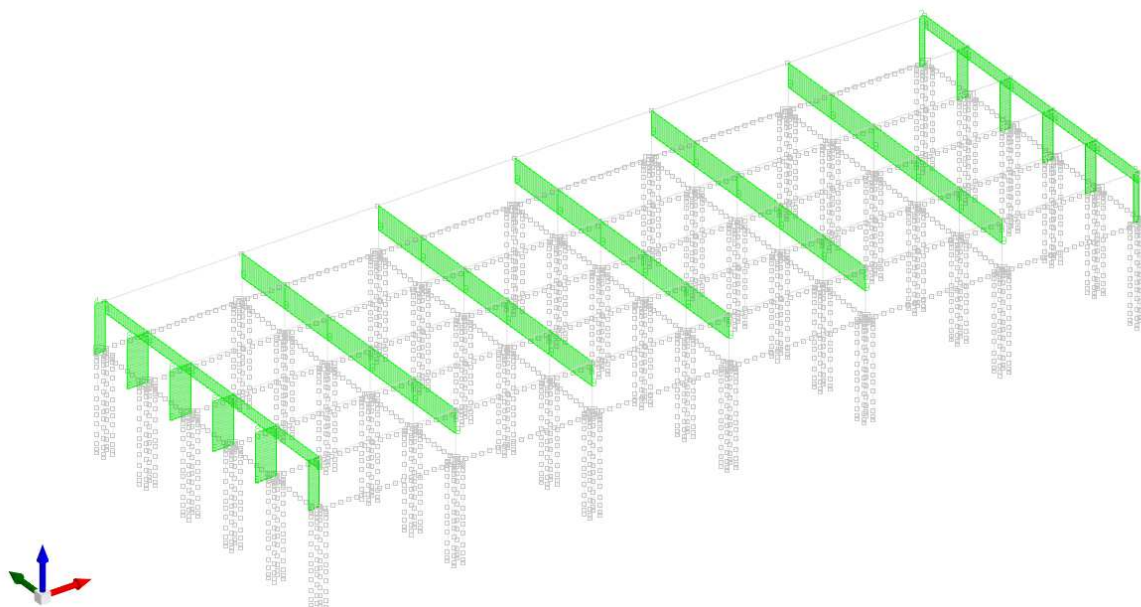


Figura 4: Carichi da Vento agente in direzione +X

CARICO LINEARE SUI PILASTRI DOVUTO ALLA SPINTA DEL VENTO								
Pilastrì d'angolo								
	Vento Dir. +X		Vento Dir. -X		Vento Dir. +Y		Vento Dir. -Y	
	q _x [kN/m]	q _y [kN/m]	q _x [kN/m]	q _y [kN/m]	q _x [kN/m]	q _y [kN/m]	q _x [kN/m]	q _y [kN/m]
P11	3,98	0,00	-1,99	0,00	0,00	8,76	0,00	-4,38
P61	3,98	0,00	-1,99	0,00	0,00	4,38	0,00	-8,76
P67	1,99	0,00	-3,98	0,00	0,00	4,38	0,00	-8,76
P17	1,99	0,00	-3,98	0,00	0,00	8,76	0,00	-4,38

Pilastrini di parete								
	<i>Vento Dir. +X</i>		<i>Vento Dir. -X</i>		<i>Vento Dir. +Y</i>		<i>Vento Dir. -Y</i>	
	q_x [kN/m]	q_y [kN/m]	q_x [kN/m]	q_y [kN/m]	q_x [kN/m]	q_y [kN/m]	q_x [kN/m]	q_y [kN/m]
P12-P16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,53	0,00	-8,76
P62-P66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,76	0,00	-17,53
P21-P51	7,95	0,00	-3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P27-P57	3,98	0,00	-7,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

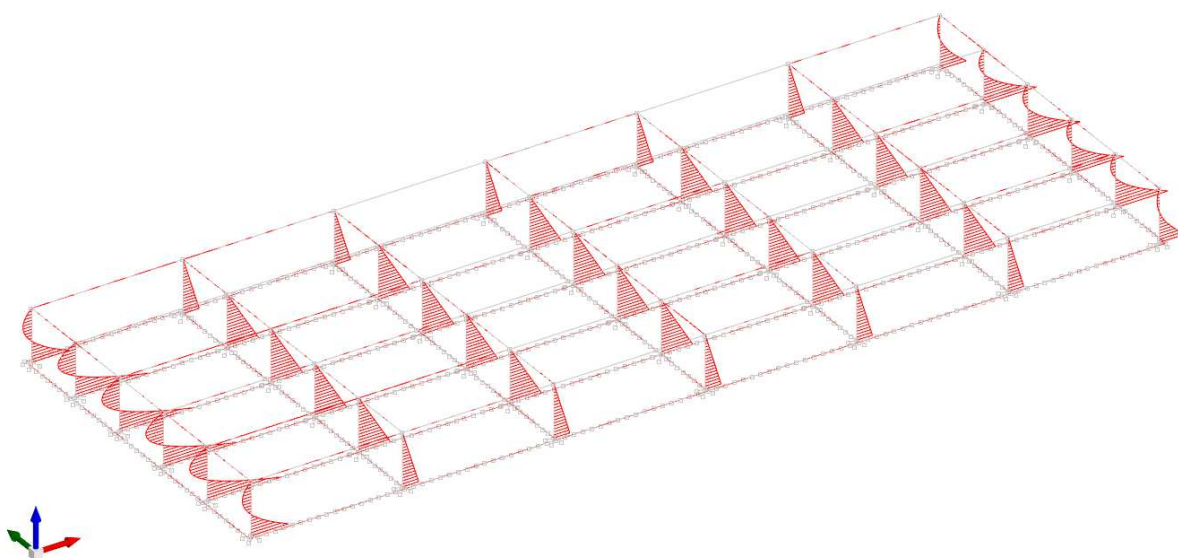


Figura 5: Andamento delle caratteristiche della sollecitazione flessionali con carico Vento +X

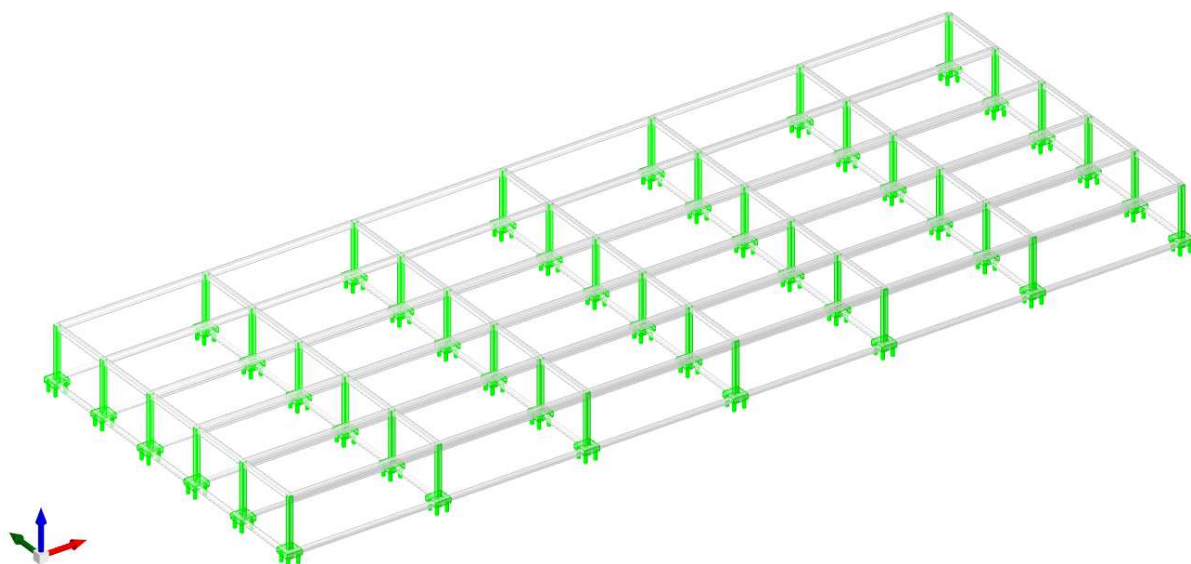
8. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

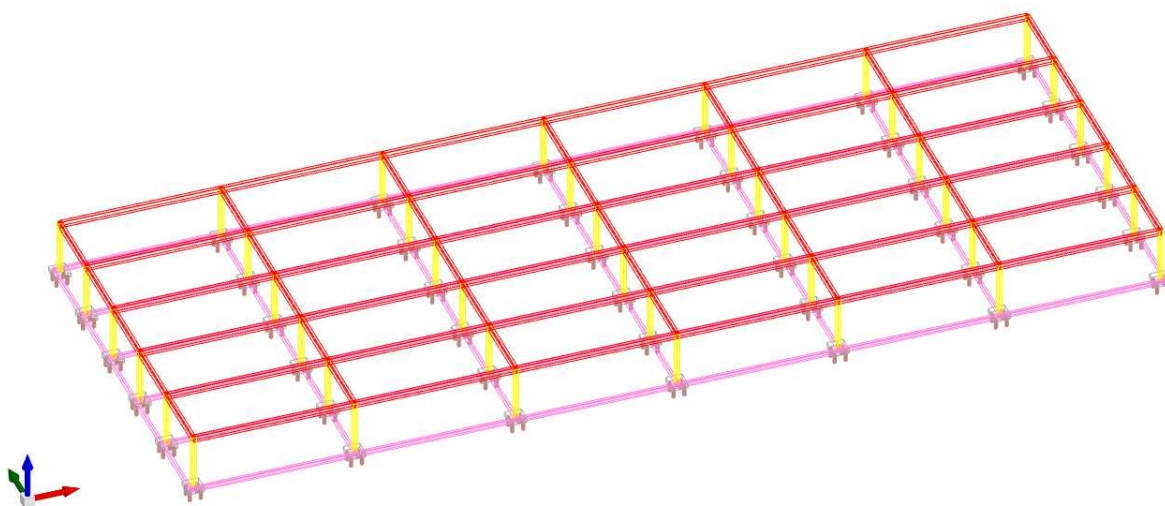
Per il dimensionamento e la verifica delle opere di fondazione verrà costruito un modello di calcolo semplificato, il programma utilizzato per la modellazione FEM è SISMICAD versione 12.9, fornito dalla ditta CONCRETE di Padova (numero di licenza SN#5881366).

La risposta sismica del fabbricato (struttura a telaio in c.a. ad una sola elevazione) è stata valutata attraverso un'analisi lineare statica assumendo fattore di struttura q pari a **2.50**

Il modello agli elementi finiti utilizza elementi monodimensionali tipo beam per rappresentare travi di copertura, strutture in elevazione, travi e pali di fondazione; le strutture puntuali di fondazione (plinti) sono modellizzati attraverso una specifica soluzione proposta dal software di calcolo. I carichi trasmessi dagli impalcati sono valutati in maniera automatica dal programma per area di influenza.

Nelle pagine a seguire si riportano nell'ordine: alcune immagini del modello, una breve descrizione del programma di calcolo, i dati di input per l'analisi, i principali risultati e le verifiche.





9. VALIDAZIONE E CONCLUSIONI

Per la validazione dei risultati ottenuti si fa riferimento ad un'analisi dell'impalcato rigido condotta mediante foglio di calcolo elettronico (Excel), e di seguito riportata.

Analisi dell'impalcato						
				Dim X	Dim Y	Area
Dimensioni ed area dell'impalcato				157	60	9420
Eccentricità accidentale 5%				7,9	3,0	
Masse in gioco						
Copertura			20912,4 kN		2133,9 ton	
Strutture orizzontali			17160,0 kN		1751,0 ton	
Strutture verticali			2315,3 kN		236,3 ton	
				TOT	4121,2 ton	
				Xg	Yg	
Baricentro delle masse di piano				78,50	30,00	m
Baricentro delle rigidezze di piano				78,50	30,00	m
Rigidezza dell'impalcato (direzione X)					143010,4 kN/m	
Rigidezza dell'impalcato (direzione Y)					143010,4 kN/m	
Rigidezza torsionale dell'impalcato (polare)					4,47E+08 kNm	
Stima del periodo proprio, dir X					1,067 sec	
Stima del periodo proprio, dir Y					1,067 sec	
Taglio sismico di base				ag/g=	0,079 adim.	
				dir X	dir Y	
X+0,3*Y			3190,62 kN		957,19 kN	
Y+0,3*X			957,19 kN		3190,62 kN	

Caratteristiche della sollecitazione agenti negli elementi verticali						
Sollecitazioni sismiche - comb. Sismica						
			Tx	My	Ty	Mx
Pilastro d'angolo			82,27	740,47	39,42	354,74
Pilastro di bordo lato corto			74,71	672,35	39,42	354,74
Pilastro di bordo lato lungo			69,66	626,94	17,25	155,24
Pilastro centrale			77,23	695,06	17,25	155,24
Sollecitazioni non sismiche - comb. Quasi Permanente e Sismica						
			N	My	Mx	
Pilastro d'angolo			511,00	71,47	38,47	
Pilastro di bordo lato corto			749,24	77,95	0,00	
Pilastro di bordo lato lungo			833,74	0,00	44,15	
Pilastro centrale			1232,24	0,00	0,00	
Sollecitazioni composte - comb. Sismica						
			N	My	Mx	T max
Pilastro d'angolo			511,00	811,95	393,21	82,27
Pilastro di bordo lato corto			749,24	750,30	354,74	74,71
Pilastro di bordo lato lungo			833,74	626,94	199,39	69,66
Pilastro centrale			1232,24	695,06	155,24	77,23
Sollecitazioni non sismiche - comb. SLU						
			N	My	Mx	
Pilastro d'angolo			741,29	94,21	51,47	
Pilastro di bordo lato lungo			1161,08	103,92	0,00	
Pilastro di bordo lato corto			1270,93	0,00	59,98	
Pilastro centrale			2009,11	0,00	0,00	