



# Città Metropolitana di VENEZIA

Regione VENETO

PROGETTO

## Ampliamento "Vetreria Zignago Vetro" di Fossalta di Portogruaro Sezione II Forno Fusorio F1bis Progetto Definitivo

COMMITTENTE

 **Zignago Vetro S.p.A.**

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

TITOLO ELABORATO

### RELAZIONE STRUTTURE

NUMERO ELABORATO

**PD-F1bis.MF-ST-R02**

DATA PRIMA EMISSIONE

03.07.2017

PROGETTISTI

Ing. Marco Pujatti

Ing. Pieralberto Fadalti

FIRME COMMITTENTE



## INDICE ANALITICO

1. PREMESSA.....	1
2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO .....	2
2.1. Particolari comuni a tutte le parti della struttura.....	2
2.2. Forno.....	3
2.3. Zona macchine formatrici .....	5
2.4. Macchine ausiliarie .....	6
2.5. Zona Ricottura e Cold End.....	7
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	9
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	10
5. PARAMETRI FONDAMENTALI (D.M. 4-01-08) .....	11
6. COMBINAZIONE DELLE AZIONI (§ 2.5.3 D.M. 14-01-08) .....	13
7. ANALISI DEI CARICHI .....	14
8. CALCOLO DEGLI IMPALCATI .....	24
8.1. Solaio vani accessori.....	24
8.2. Cantina macchine formatrici .....	27
9. ANALISI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	30
9.1. Plinto tipo locale Forno .....	30
9.2. Plinto tipo Macchine ausiliarie .....	33
9.3. Plinto su tre pali (Macchine Ausiliarie).....	36





## 1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nel contesto dello *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.

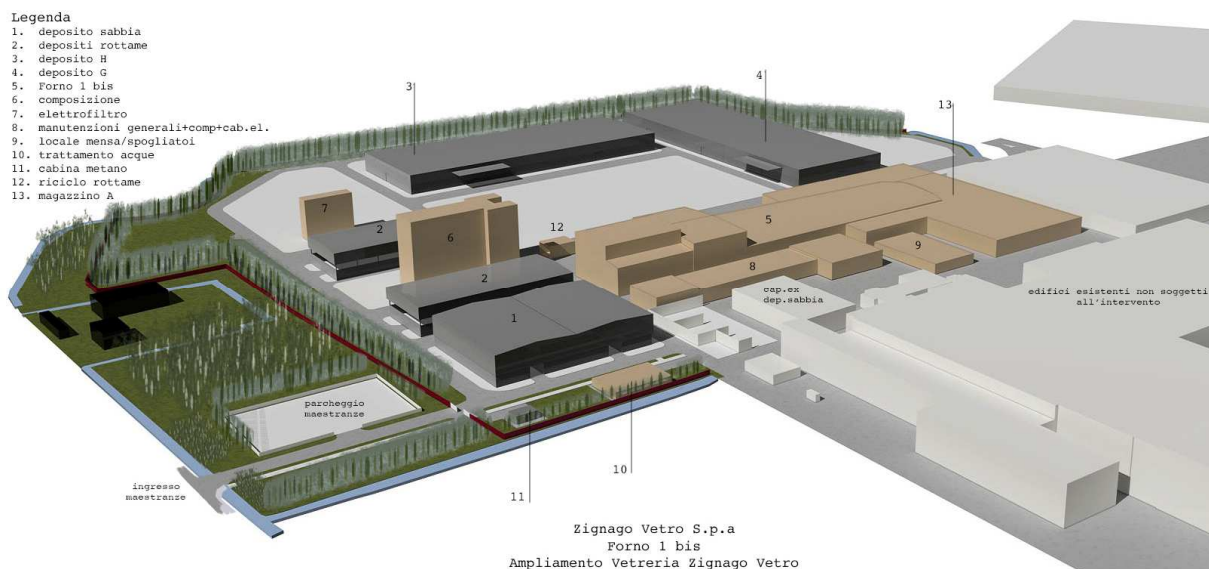


Figura 1: Veduta del progetto nella sua interezza.

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 contenente il *forno*, la quale risulta essere la parte più alta della struttura contrassegnata col numero 5 nell'immagine proposta, laddove al forno si affiancano la zona *ricottura* ed il *cold end*.

## 2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO

Nel complesso l'ambiente del forno è composto di una struttura metallica che poggia su un robusto impianto di fondazione su pali: il piano di calpestio è il riferimento (0,00m) per la misurazione delle quote in elevazione ed approfondimento, e si trova a 3,40mslmm.

La falda oscilla tra 1,5 e 2,5mslmm, raggiungendo pertanto un approfondimento minimo di 90cm dal piano di riferimento (calpestio).

### **2.1. Particolari comuni a tutte le parti della struttura**

La struttura in elevazione si sviluppa attorno a portali metallici composti da colonne HEB800 chiusi in sommità da travi HSA760/285 nell'ambiente del forno, e da travi reticolari nell'ambiente delle macchine formatrici.

Il sistema di fondazione consta di plinti in calcestruzzo tipo C32/40 armato con acciaio tipo B450C, poggianti su pali battuti da 19m in C40/50 con diametro 530mm in sommità e 260mm in testa.

Specifiche prescrizioni sono da richiedersi per le strutture di chiusura verso gli ambienti esterni, in particolare volte al contenimento dell'inquinamento acustico;

- Per quanto concerne gli ambienti del forno si opta per pannelli antirombo, REI60 e di isolamento acustico da 50mm in lana di roccia più 40mm di costa della lamiera grecata esterna tipo 7/10 zincata preverniciata tipo metecno wallsound;
- Per quanto invece riguarda gli ambienti accessori (*macchine ausiliarie*), si prevede l'introduzione di muri in blocchi forati di cls, con rivestimento interno in pannelli antirombo REI60 da 50mm in lana di roccia e lamierino zincato 7/10; all'esterno un lamierino grecato 7/10 per uniformità con le altre chiusure;
- Le coperture previste constano di pannelli antirombo, REI60 e di isolamento acustico da 50mm in lana di roccia più 40mm di costa della lamiera grecata esterna tipo 7/10 zincata preverniciata tipo metecno roofsound.

L'ambiente del forno è a sua volta suddiviso in tre zone a funzione differenziata, laddove esistono particolari soluzioni volte alla risoluzione di specifiche necessità funzionali; in particolare:

- Forno;

- Zona macchine formatrici;
- Vani accessori a servizio del forno.

## 2.2. Forno

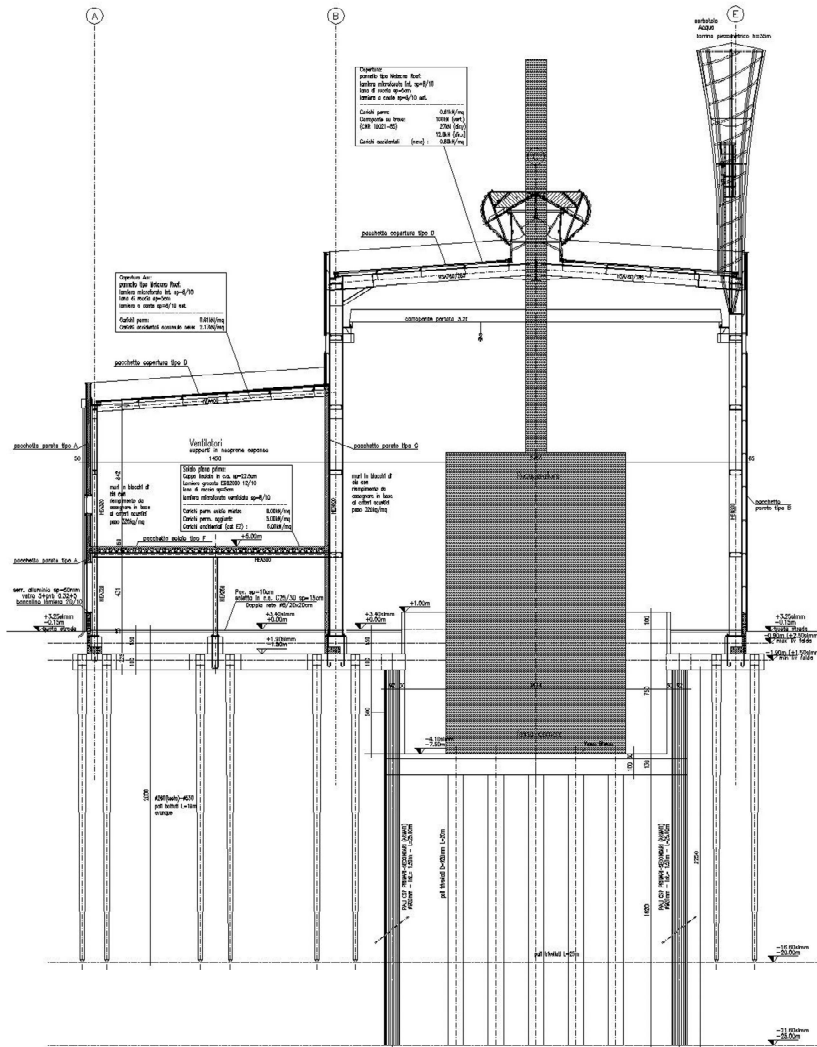


Figura 2: sezione dell'ambiente del forno in prossimità della **fossa camere**; si possono anche osservare i corpi laterali ospitanti i vani accessori.

L'ambiente principale ha le dimensioni in pianta di 24m per 42m, ed un'altezza al colmo di 24m; concepito specificatamente per ospitare l'imponente macchina esso deve contenere una *fossa camere* della profondità di 7m sul piano di calpestio, all'interno della quale questo risulterà adagiato. Il piano di fondazione si trova a 2,5m dal calpestio (0,90 mslmm), lasciando 1,5m liberi da sfruttare per il pacchetto di pavimentazione (25cm) e per l'alloggiamento di tutti gli impianti necessari alla

conduzione delle attività (1,25m); in opera si prevedono plinti di 1m di spessore su pali. Per l'esecuzione di tale opera si prevede un differente apparato geotecnico, in particolare composto da una berlinese di pali trivellati da 92cm fino a 25m sul calpestio; successivamente si provvederà ad impermeabilizzare la fossa chiusa da una platea da 100cm mediante la tecnologia a vasca bianca (spessore 30cm).

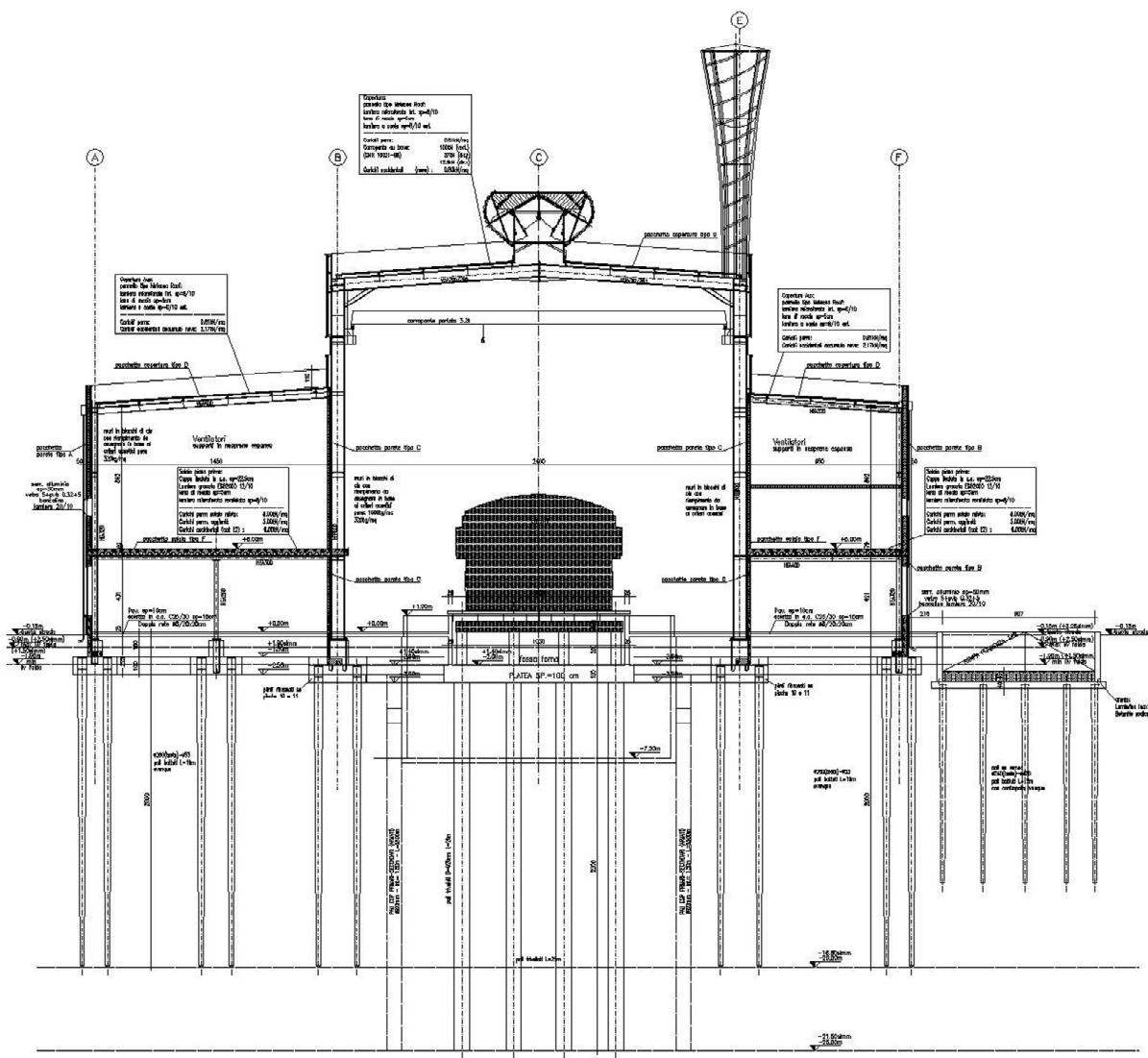


Figura 3: sezione dell'ambiente del forno in prossimità della **fossa forno**; è possibile anche osservare la presenza delle vie di corsa per il carroponte.

Nel prosieguo la fossa viene ridotta di approfondimento fino a 2m sul piano di calpestio, per modificate esigenze: anche questa zona, detta *fossa forno*, sarà soggetta a carichi importanti, e pertanto le fondazioni in opera saranno ancora composte da pali trivellati di diametro 92cm e approfondimento fino a 25m. La vasca però, piuttosto che da una berline, sarà ricavata da un'apposita struttura in c.a., con platea da 100cm.

Nell'ambiente del forno è richiesta inoltre la presenza di:

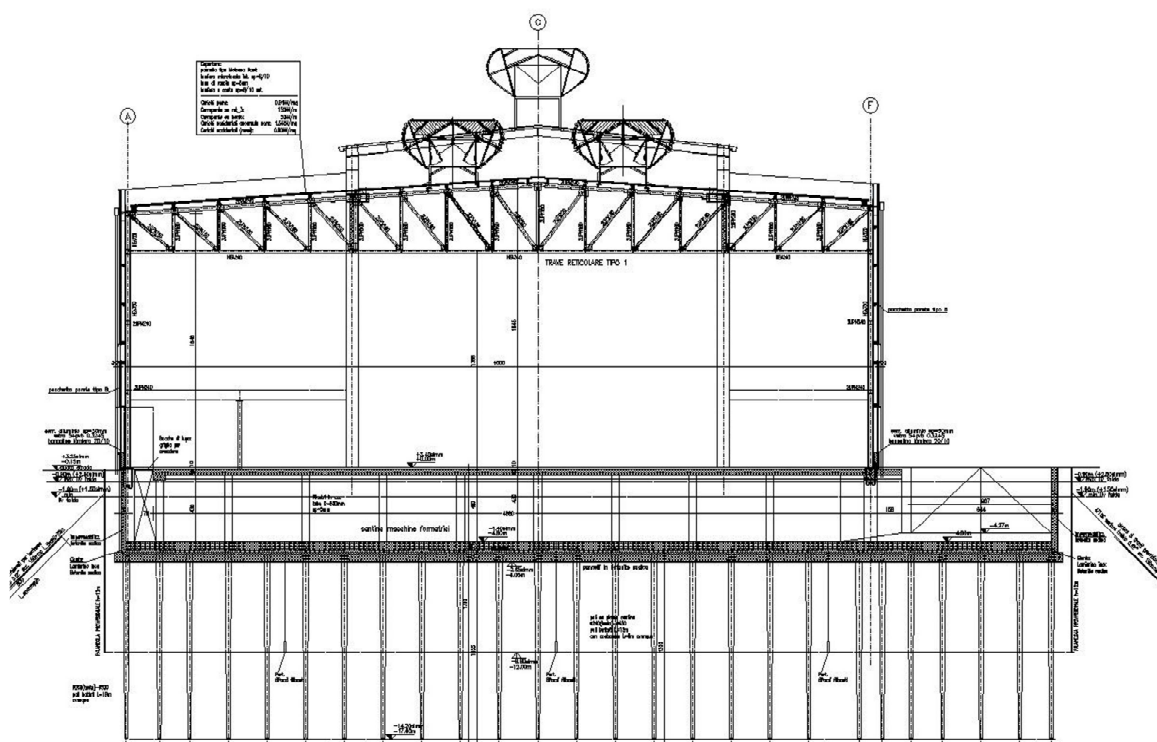
- un carroponte di portata 3,2ton, con vie di corsa in senso longitudinale;
- un impianto di produzione di energia solare da 550kW da porsi in copertura.

### 2.3. Zona macchine formatrici

Il secondo corpo costituente la fabbrica del forno, è quello che ospita le macchine formatrici: le dimensioni sono 31,5m per 48m, per un'altezza di 18,5m.

Il piano di fondazione si trova a 1,6m dal calpestio (1,80mslm), lasciando 0,9m liberi da sfruttare per il pacchetto di pavimentazione (25cm) e per l'alloggiamento impiantistico (0,65m); i plinti in opera hanno altezza pari a 70cm, e poggiano su pali.

Per la conduzione delle attività richieste è necessario introdurre un vano interrato di altezza utile pari a 4,3m, il quale sarà composto di una vasca di c.a. poggiante su pali battuti; per l'impermeabilizzazione della *cantina macchine formatrici* (platea da 60cm con ulteriori 65cm di zavorra per permettere anche l'alloggiamento impiantistico) si prevede l'introduzione di specifici dettagli costruttivi (water stop e collegamenti con lamierino) al fine di porre rimedio alle fessurazioni da ritiro. Detto vano è accessibile dall'esterno mediante un'apposita rampa d'accesso.

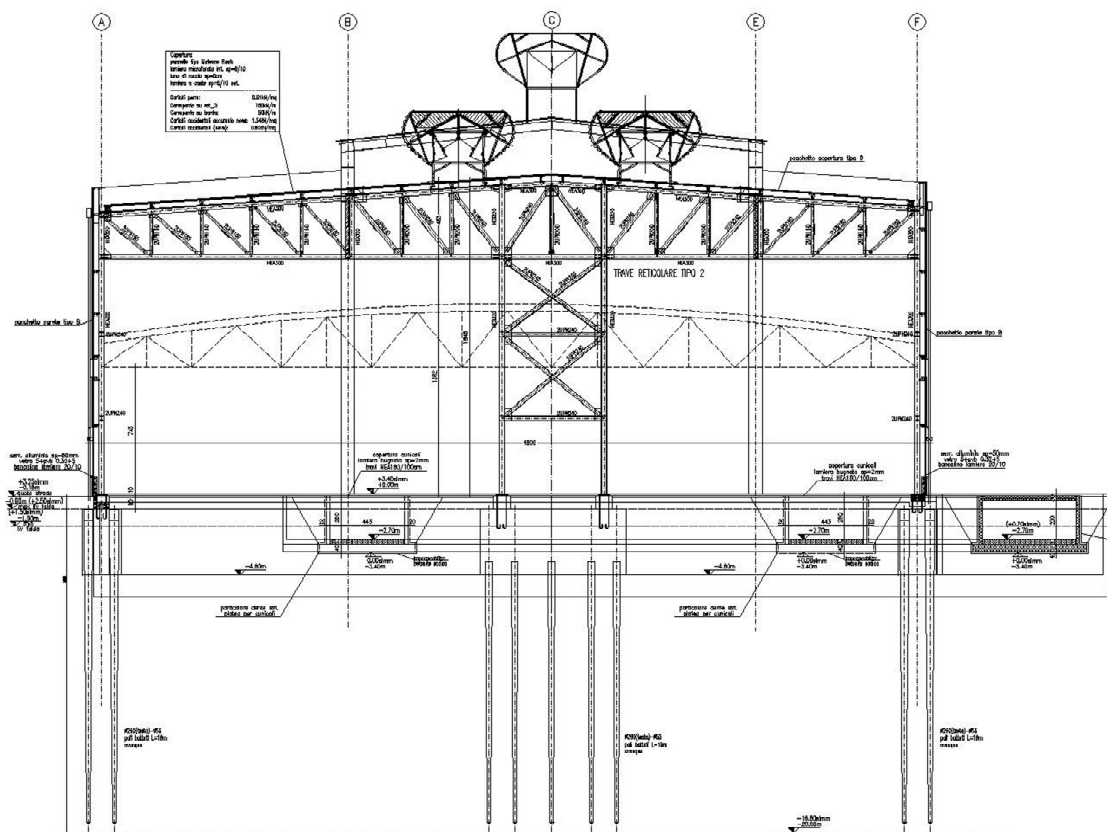


La struttura dell'ambiente macchine formatrici deve inoltre fronteggiare:

- La presenza dell'impianto fotovoltaico di cui già accennato per l'ambiente del forno;
- futura introduzione di 3 apparecchi di sollevamento mobile da 2ton cad.

Detti apparecchi potranno essere appesi alla travatura reticolare in concomitanza delle

pareti della struttura retrostante (il forno con i vani accessori n.d.r.).



*Figura 4: sezione della zona macchine formatrici con particolare della cantina interrata (si veda anche alla pagina precedente).*

## 2.4. Macchine ausiliarie

Accanto alla struttura del forno esistono ambienti su due piani atti ad ospitare macchine e strumentazioni necessarie al corretto funzionamento del forno; questi vani presentano un'altezza complessiva di 13,5m con l'orizzontamento interno a quota 5m sul calpestio (all'estradosso del solaio).

La presenza di pesanti impianti di ventilazione in questo caso costituisce l'esigenza più onerosa, alla quale si pone rimedio mediante orizzontamenti in soluzione mista acciaio calcestruzzo: il solaio consta infatti di una lamiera grecata tipo EGB 2000 con cappa collaborante da 22,5cm al piano intermedio.

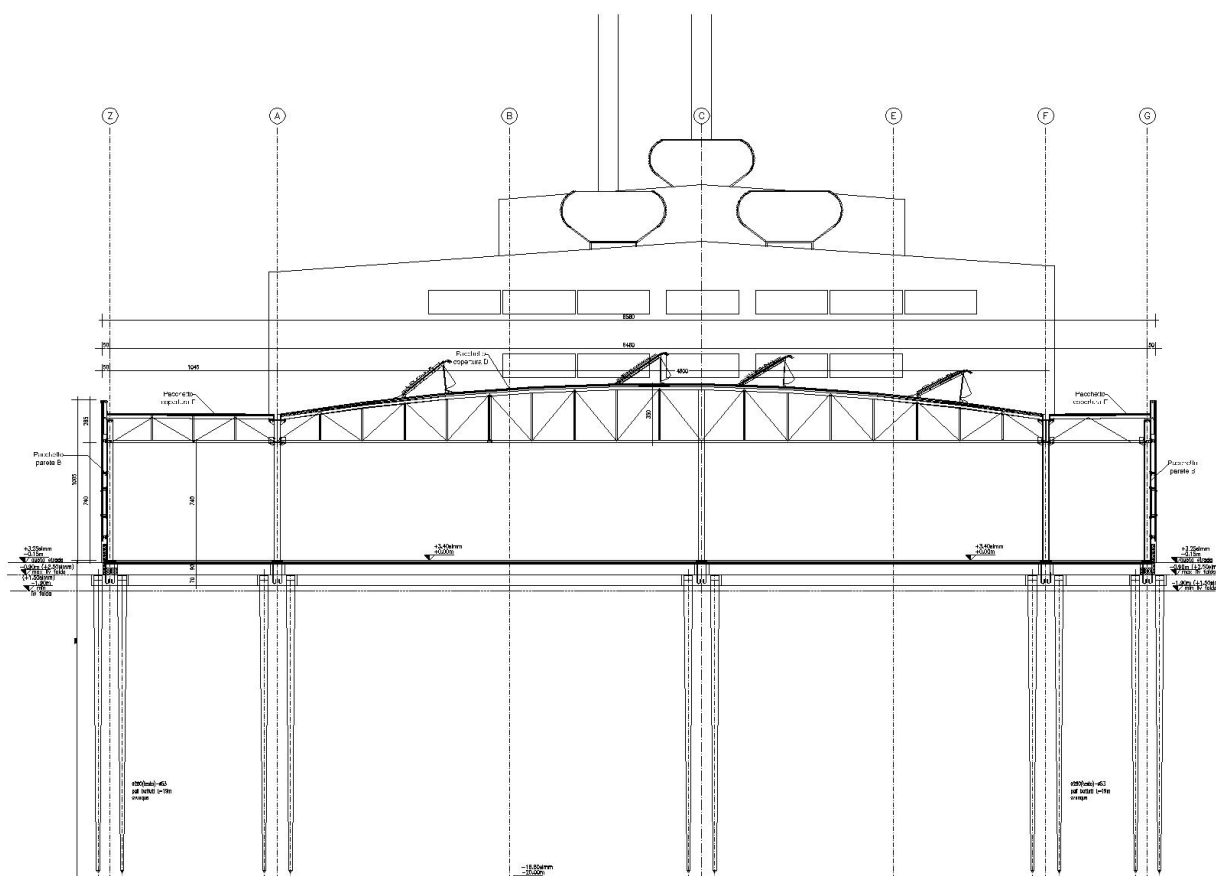
L'orditura principale invece consta di travi miste acciaio calcestruzzo composte da elementi HSL800/151 per la struttura di copertura, HEA300 per gli orizzontamenti interni.

Le fondazioni sono sostanzialmente le medesime caratterizzanti la zona del forno, al quale gli ambienti ausiliari sono addossati: plinti di 1m di spessore su pali, con letto di posa a 2,5m dal piano di calpestio (0,90 mslmm).

### 2.5.Zona Ricottura e Cold End

Oggetto della presente è anche l'impianto fondazionale delle zone *ricottura* e *cold end*, le quali costituiscono il proseguimento della struttura già descritta lungo l'asse longitudinale.

Gli ambienti della zona *Ricottura* sono coperti da una trave reticolare metallica la cui altezza all'estradosso varia tra i 10,0m ed i 10,90m c.a.



*Figura 5: Sezioni descrittive la zona di ricottura (continua alla pagina successiva).*

Gli elementi verticali metallici a sostegno della copertura sono posti a maglie di 30m in senso longitudinale, e 21,5m in senso trasversale (da sezione).

Per quanto concerne la zona *Cold End* questa risulta essere un asimmetrico prolungamento della precedente, di larghezza 25m.





### **3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

- 1) LEGGE n. 1086 del 5/11/1971 che disciplina l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- 2) LEGGE n.64 del 2/02/1974 concernente provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- 3) D.P.R. n. 380 del 2001 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.
- 4) D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni sul Supplemento Ordinario della G.U. n. 29 del 4.02.2008
- 5) 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.
- 6) UNI EN 1998-1:2005 - Eurocodice 8. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera verranno utilizzati i seguenti materiali:

<b>CALCESTRUZZO</b>							
<b>Classe C25/30 per fondazioni per pilastri e solaio</b>							
	$R_{ck}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	E
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
<b>C25/30</b>	30,0	25	16,7	2,6	1,8	1,1	31476
<b>ACCIAIO PER C.A.</b>							
<b>B450C</b>							
$f_{tk}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	E				
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]				
540	450	391	210000				
<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA</b>							
<b>S355</b>							
$f_{tk}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	E				
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]				
510	355	338	210000				
<b>BULLONERIA</b>							
<b>Bulloni ad alta resistenza Classe 8.8</b>							
	$f_{yb}$	$f_{yd}$	$f_{tb}$				
	[MPa]	[MPa]	[MPa]				
<b>8.8</b>	649	519	800				
<b>SALDATURE DI IIa CLASSE</b>							


## 5. PARAMETRI FONDAMENTALI (D.M. 4-01-08)

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

Il sistema sismoresistente è costituito da controventature metalliche disposte tra gli elementi verticali, e da questi ultimi.

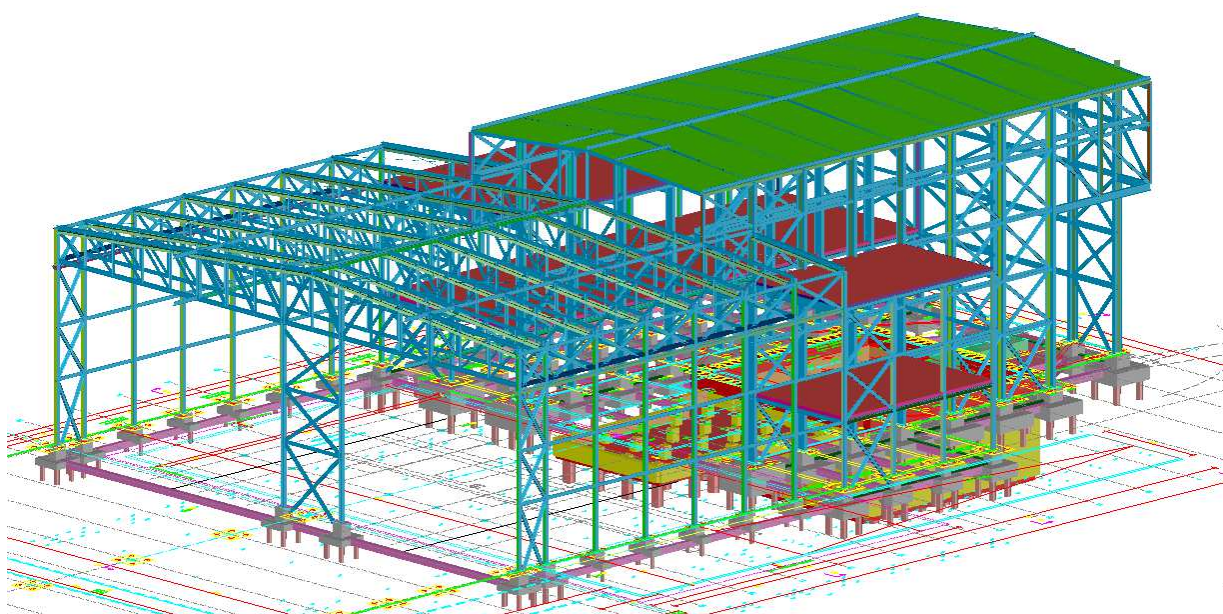
Per il calcolo degli elementi strutturali principali del fabbricato si è utilizzato un modello di calcolo agli elementi finiti di tipo tridimensionale, atto a rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni di massa e di rigidezze.

Il programma utilizzato per la modellazione FEM è SISMICAD versione 12.7, fornito dalla ditta CONCRETE di Padova .

La risposta sismica del fabbricato è stata valutata attraverso un'analisi lineare dinamica per sistemi non dissipativi assumendo fattore di struttura  $q$  pari a 1.

Le verifiche degli impalcati di piano sono state condotte utilizzando schemi semplificati del tipo a trave continua o mediante tabelle.

I dettagli di tali verifiche sono riportati al relativo capitolo.



*Figura 6: Anteprima del modello strutturale utilizzato per l'analisi mediante il codice di calcolo.*

Nel prosieguo della presente relazione sono riportati i dettagli dell'analisi agli elementi finiti utilizzata per lo studio del comportamento del fabbricato e le verifiche di tutti gli elementi principali.

## 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 SUPERFICIALI						
IMPALCATO DI COPERTURA CENTRALE DEL FORNO h=22,00 - 21,12m						
Inclinaz. falda $\alpha_{\max}$ =	4 °					
						kN/m <sup>2</sup>
arcarecci IPE 160		16daN/m/2,5mq/m	$G_{k1}$ =	0,06		
Manto di copertura in lamiera sp.7/10				0,10		
Pannelli acustici precomposti incrociati				0,10		
Impianti				0,30		
			$G_{k2}$ =	0,50		
CARICO PERMANENTE			$G_k = G_{k1} + G_{k2}$ =	0,56		
CARICO PERMANENTE (in proiezione)			$G'k = Gk / \cos \alpha$ =	0,57		
CARICO VARIABILE (Neve)			$Q_k$ =	0,80		
IMPALCATO DI COPERTURA NAVATE LATERALI FORNO H=13,40m L=14,5m						
pannelli tipo Metecno Roof						
Inclinaz. falda $\alpha_{\max}$ =	4 °					
						kN/m <sup>2</sup>
arcarecci IPE 160		16daN/m/2,5mq/m	$G_{k1}$ =	0,06		
Manto di copertura in lamiera sp.7/10				0,10		
Pannelli acustici precomposti incrociati				0,10		
Impianti				0,30		
			$G_{k2}$ =	0,50		
CARICO PERMANENTE			$G_k = G_{k1} + G_{k2}$ =	0,56		
CARICO PERMANENTE (in proiezione)			$G'k = Gk / \cos \alpha$ =	0,57		
CARICO VARIABILE (Neve)			$Q_k$ =	0,80		
CARICO VARIABILE (Accumulo Neve)			$Q_k$ =	2,17		

IMPALCATO DI COPERTURA NAVATE LATERALI FORNO H=13,40m L=9,5m					
pannelli tipo Metecno Roof					
Inclinaz. falda $\alpha_{\max}$ =	4 °				
					kN/m <sup>2</sup>
arcarecci IPE 160		16daN/m/2,5mq/m	$G_{k1}$ =	0,06	
Manto di copertura in lamiera sp.7/10					0,10
Pannelli acustici precomposti incrociati					0,10
Impianti					0,30
			$G_{k2}$ =	0,50	
CARICO PERMANENTE			$G_k = G_{k1} + G_{k2}$ =	0,56	
CARICO PERMANENTE (in proiezione)			$G'k = Gk / \cos \alpha$ =	0,57	
CARICO VARIABILE (Neve)			$Q_k$ =	0,80	
CARICO VARIABILE (Accumulo Neve)			$Q_k$ =	2,17	
IMPALCATO DI COPERTURA MACCHINE FORMATRICI h=18,15m l=25					
Inclinaz. falda $\alpha_{\max}$ =	4 °				
					kN/m <sup>2</sup>
arcarecci IPE200/200cm		(22,4daN/2) =	$G_{k1}$ =	0,11	
Manto di copertura in lamiera sp.7/10					0,10
Pannelli acustici precomposti incrociati					0,10
Impianti					0,30
			$G_{k2}$ =	0,50	
CARICO PERMANENTE			$G_k = G_{k1} + G_{k2}$ =	0,61	
CARICO PERMANENTE (in proiezione)			$G'k = Gk / \cos \alpha$ =	0,61	
CARICO VARIABILE (Neve)			$Q_k$ =	0,80	
CARICO VARIABILE (Accumulo Neve)			$Q_k$ =	1,34	
SOLAIO AL PIANO PRIMO FORNO h=5,00m l=7,5m					
travi con pioli HEA300					
					kN/m
lamiera gracata EGB 2000 sp 12/10 cappa c.a.22,5cm			$G_{k1}$ =	7,99	
Impianti					0,30
			$G_{k2}$ =	0,30	
CARICO PERMANENTE			$G_k = G_{k1} + G_{k2}$ =	8,29	
CARICO VARIABILE (macchinari al P.1.)			$Q_k$ =	10,00	

SOLAIO AL PIANO PRIMO FORNO h=5,00m l=9,5m						
travi con pioli HEA400						
						kN/m <sup>2</sup>
lamiera gracata EGB 2000 sp 12/10 cappa c.a.22,5cm				$G_{k1} =$		<b>7,99</b>
finitura superficiale						0,30
Impianti						5,00
				$G_{k2} =$		<b>5,30</b>
<b>CARICO PERMANENTE</b>				$G_k = G_{k1} + G_{k2} =$		<b>13,29</b>
<b>CARICO VARIABILE</b>				$Q_k =$		<b>6,00</b>
SOLAIO AL P.T. MACCHINE FORMATRICI						
						kN/m <sup>2</sup>
soletta piena in c.a. sp= 40cm				$G_{k1} =$		<b>10,00</b>
Caldana sabbia cem. sp= 10cm						2,00
				$G_{k2} =$		<b>2,00</b>
<b>CARICO PERMANENTE</b>				$G_k = G_{k1} + G_{k2} =$		<b>12,00</b>
<b>CARICO VARIABILE (Ponte di 1° categoria)</b>						
carico distribuito per corsia 1 (kN/mq)						<b>9,00</b>
carico singolo asse, per asse tandem (kN)						<b>300,00</b>
PANNELLI DI CHIUSURA VERTICALI						
						kN/m
Correnti orizzontali tubo 100x100x3mm i= 300cm				$G_{k1} =$		<b>0,04</b>
pannelli di rivestimento coibentati sp= 10cm						0,10
				$G_{k2} =$		<b>0,10</b>
<b>CARICO PERMANENTE VERTICALE</b>				$G_k = G_{k1} + G_{k2} =$		<b>0,14</b>

NEVE						
<b>LOCALITA'</b>	<b>Fossalta di Portogruaro</b>					
$a_s =$	3 m	<	200 m			
$q_{sk} =$	1,00 kN/m <sup>2</sup>					
$C_E =$	1,00					
$C_t =$	1,00					
Caso: copertura a 2 falde						
$\alpha =$	4,0 °	<	30°			
$\mu_1(\alpha) =$	0,80					
$q_s = \mu_1 C_E C_t q_{sk} =$	0,80 kN/m <sup>2</sup>					



### Accumulo neve navate laterali

$\mu_1 =$	0,80						
$\mu_s =$	0,40						
$q_{sk} =$	1,00 kN/m <sup>2</sup>						
$\alpha =$	4	<	15 °				
$\gamma =$	2,00 kN/m <sup>3</sup>						
$b_1 =$	25,64 m						
$b_2 =$	9,30 m						
$h =$	7,25 m						
$l_s =$	14,5 m						

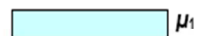
#### Caso (i)

$\mu_1 =$	0,80
$Q =$	0,80 kN/m <sup>2</sup>

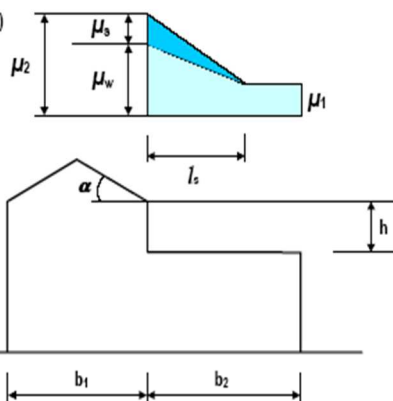
#### Caso (ii)

$\mu_{w1} = (b_1 + b_2)/2h =$	2,41
$\mu_{w2} = \gamma h/q_{sk} =$	14,50
$\mu_{w3} =$	4,00
$\mu_w = \min(\mu_{wi}) =$	2,41
$\mu_2 = \mu_s + \mu_w =$	2,81
$\mu_1 =$	0,80
$\mu_1^* =$	1,52
$Q_{min} = q_{sk}\mu_1^* =$	1,52 kN/m <sup>2</sup>
$Q_{max} = q_{sk}\mu_2 =$	2,81 kN/m <sup>2</sup>
$Q_{medio} =$	2,17 kN/m <sup>2</sup>

Caso (i)



Caso (ii)



### Accumulo copertura macchine formatrici

$\mu_1 =$	0,80						
$\mu_s =$	0,00						
$q_{sk} =$	1,00 kN/m <sup>2</sup>						
$\alpha =$	0	<	15 °				
$\gamma =$	2,00 kN/m <sup>3</sup>						
$b_1 =$	45,63 m						
$b_2 =$	27,50 m						
$h =$	3,74 m						
$l_s =$	7,5 m						

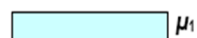
#### Caso (i)

$\mu_1 =$	0,80
$Q =$	0,80 kN/m <sup>2</sup>

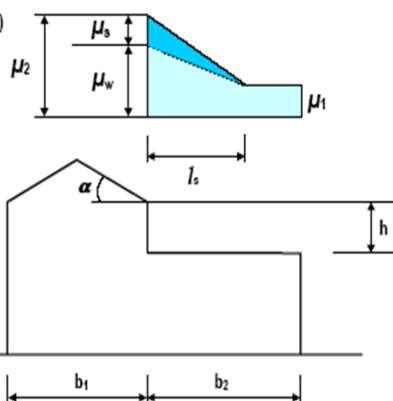
#### Caso (ii)

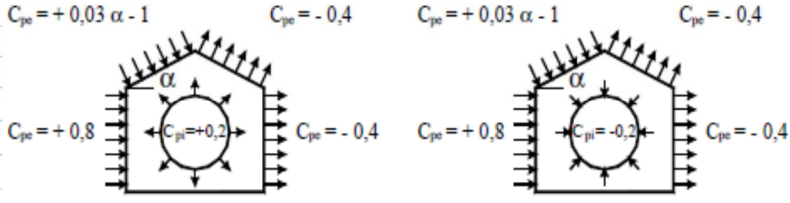
$\mu_{w1} = (b_1 + b_2)/2h =$	9,78
$\mu_{w2} = \gamma h/q_{sk} =$	1,87
$\mu_{w3} =$	4,00
$\mu_w = \min(\mu_{wi}) =$	1,87
$\mu_2 = \mu_s + \mu_w =$	1,87
$\mu_1 =$	0,80
$\mu_1^* =$	0,80
$Q_{min} = q_{sk}\mu_1^* =$	0,80 kN/m <sup>2</sup>
$Q_{max} = q_{sk}\mu_2 =$	1,87 kN/m <sup>2</sup>
$Q_{medio} =$	1,34 kN/m <sup>2</sup>

Caso (i)



Caso (ii)



VENTO			
ZONA 1			
$v_b =$		25	m/s
$\rho =$		1,25	kg/m <sup>3</sup>
$q_b = 0,5 \rho v_b^2 =$		0,39	kN/m <sup>2</sup>
Classe		B	
Categoria di esposizione		III	
$k_r =$		0,20	
$z_o =$		0,10	m
$z_{min} =$		5,00	m
$z_{max} =$		22,00	m
$C_d =$		1	
$C_t =$		1	
$C_e(z_{max}) = k_r^2 C_t \ln(z_{max}/z_o) [7 + C_t \ln(z_{max}/z_o)] =$		2,67	
$C_e(z_{min}) = k_r^2 C_t \ln(z_{min}/z_o) [7 + C_t \ln(z_{min}/z_o)] =$		1,71	
$p = q_b C_e C_d C_p$			
			
Si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno del fabbricato			
PRESSIONE ESERCITATA DAL VENTO			
<b>pareti sopravento (<math>c_p = 0,8</math>)</b>			
$p (h=22m) = q_b C_e C_d C_p =$		0,84	kN/m <sup>2</sup>
$p (h=5m) = q_b C_e C_d C_p =$		0,53	kN/m <sup>2</sup>
<b>pareti sottovento (<math>c_p = -0,4</math>)</b>			
$p (h=22m) = q_b C_e C_d C_p =$		-0,42	kN/m <sup>2</sup>
$p (h=5m) = q_b C_e C_d C_p =$		-0,27	kN/m <sup>2</sup>
<b>falda sopravento <math>a=4^\circ</math> (<math>c_p = -0,4</math>)</b>			
$p (h=22m) = q_b C_e C_d C_p =$		-0,42	kN/m <sup>2</sup>
<b>falda sottovento <math>a=4^\circ</math> (<math>c_p = -0,4</math>)</b>			
$p (h=22m) = q_b C_e C_d C_p =$		-0,42	kN/m <sup>2</sup>
<b>determinazione della pressione interna (<math>c_p = +/-0,2</math>)</b>			
$p (h=22m) = q_b C_e C_d C_p =$		0,21	kN/m <sup>2</sup>
<b>CARICO SPINTA DEL VENTO SU PARETI SOPRAVENTO NORD-SUD</b>			
$C_p = 0,8 + 0,2 = 1,0$			
<b>Carico distribuito per quote inferiori <math>z_{min} = 5m</math></b>			
$p =$	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)
$p^*_{int} =$	3,335	kN/m	(colonna)
<b>Carico distribuito in sommità <math>z = 22m</math></b>			
$p =$	1,044	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)
$p^*_{int} =$	5,222	kN/m	(colonna)

CARICO SPINTA DEL VENTO SU PARETI SOTTOVENTO NORD-SUD									
Cp=-0,4-0,2=-0,6									
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m									
p=	-0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)						
p*int=	-2,001	kN/m	(colonna)						
Carico distribuito in sommità z=22m									
p=	-0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)						
p*int=	-3,133	kN/m	(colonna)						
CARICO SPINTA DEL VENTO SU PARETI SOPRAVENTO OVEST									
Cp=0,8+0,2=1,0									
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=13,40m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,910	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	2,421	kN/m	(colonna) FILO A		p*int=	3,304	kN/m	(colonna) FILO A	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,910	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	4,836	kN/m	(colonna) FILO A1		p*int=	6,599	kN/m	(colonna) FILO A1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,977	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	5,089	kN/m	(colonna) FILO B		p*int=	7,451	kN/m	(colonna) FILO B	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	1,044	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	5,336	kN/m	(colonna) FILO B1		p*int=	8,356	kN/m	(colonna) FILO B1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	1,044	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	4,202	kN/m	(colonna) FILOC1		p*int=	6,580	kN/m	(colonna) FILO C1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	1,044	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	1,534	kN/m	(colonna) FILOC2		p*int=	2,402	kN/m	(colonna) FILO C2	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,667	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	1,044	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	2,268	kN/m	(colonna) FILOE		p*int=	3,551	kN/m	(colonna) FILO E	
CARICO SPINTA DEL VENTO SU PARETI SOTTOVENTO OVEST									
Cp=0,4+0,2=0,6									
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=13,40m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,546	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	1,453	kN/m	(colonna) FILO A		p*int=	1,982	kN/m	(colonna) FILO A	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,546	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	2,901	kN/m	(colonna) FILO A1		p*int=	3,959	kN/m	(colonna) FILO A1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,586	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	3,054	kN/m	(colonna) FILO B		p*int=	4,471	kN/m	(colonna) FILO B	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	3,202	kN/m	(colonna) FILO B1		p*int=	5,013	kN/m	(colonna) FILO B1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	2,521	kN/m	(colonna) FILOC1		p*int=	3,948	kN/m	(colonna) FILO C1	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	0,920	kN/m	(colonna) FILOC2		p*int=	1,441	kN/m	(colonna) FILO C2	
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m					Carico distribuito in sommità z=22m				
p=	0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)		p=	0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)	
p*int=	1,361	kN/m	(colonna) FILOE		p*int=	2,131	kN/m	(colonna) FILO E	

CARICO SPINTA DEL VENTO SULLE FALDE							
Cp=-0,4-0,2=-0,6							
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m							
p=	-0,400	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)				
p*int=	-2,001	kN/m	(trave)				
Carico distribuito in sommità z=22m							
p=	-0,627	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)				
p*int=	-3,133	kN/m	(trave)				
Carico distribuito alla quota z=14m							
p=	-0,520	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)				
p*int=	-2,601	kN/m	(trave)				
CARICO AZIONE RADENTE DEL VENTO SU PARETI E COPERTURA							
Cp=0,1							
Carico distribuito per quote inferiori zmin=5m							
p=	0,067	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)				
Carico distribuito in sommità z=22m							
p=	0,104	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)				
p*int=	1,20	kN/m	(lineare su gronda)				
CARICO SPINTA DEL VENTO SU VENTILATORI ROBERTSON SU COLMI							
Cp=0,8+0,4=1,2							
Carico distribuito in sommità z=22m							
p=		1,253	kN/m <sup>2</sup>	(superficie)			
p*int=		5,013	kN/m	(colmo)			
peso ventilatore		5	kN/m				

Si espone di seguito la determinazione dei carichi trasmessi alla struttura dall'apparecchio di sollevamento; per l'analisi dei carichi si farà riferimento alla CNR 10021-85 – *Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.*

### Descrizione dell'apparecchio in esame

Trattasi di un apparecchio di sollevamento di tipo a ponte, il quale ha da coprire una luce di 22,21m, misurata tra gli assi delle vie di corsa.

Il carico utile richiesto dall'utenza è di 3,2t (32 kN);

La velocità di movimento della trave a ponte è di 38,7m/min;

L'apparecchio di sollevamento opera con velocità di 12m/min.

Ruote assialmente bloccate – albero meccanico o elettrico

## Classe dell'apparecchio

Il numero di cicli si classifica come U4 con  $125000 < \text{numero di cicli} < 250000$ ;

Il regime di carico si stima in **Q2** con  $0,125 < k_p < 0,250$ ;

Di conseguenza l'apparecchio risulta in Classe **A4**.

## Forze da considerare nel calcolo

Carico di servizio SQ: consiste nella somma del carico utile (Q) e del peso degli accessori necessari al sollevamento (P'). Ne consegue  **$SQ = Q + P' = 32000 + 800 = 32800N$** ;

Peso proprio PP: sono contemplati come peso proprio quello della trave metallica (Sg), cui vanno aggiunti il carico concentrato del carrello mobile di sollevamento (G), e quello distribuito degli equipaggiamenti metallici (g). Ne segue  **$PP = Sg + G + L \cdot g = 64300 + 6000 + 22,20 \cdot 2380 = 123136N$** ;

Forze dovute al movimento verticale del carico di servizio: sono considerate applicando il coefficiente  $\psi$  al carico di servizio SQ. Detto coefficiente è valutato in  **$\psi = 1,15$** , tenendo in considerazione la velocità di sollevamento dei carichi propria dell'apparecchio ( $12m/min = 0,2m/s$ ).

Forze di inerzia dovute al movimento H: la velocità della struttura a ponte ( $38,7m/min = 0,645m/s$ ) classifica l'apparecchio come lento; pertanto è possibile far riferimento ad un'accelerazione compresa tra  $0,1-0,2m/s^2$ . Lo sforzo ha inoltre da esser compreso tra  $1/30$  ed  $1/4$  del carico agente sulle ruote motrici: si assume  $1/10$ . Ne consegue  **$H = 0,1(PP + SQ) = 0,1(32800 + 123136) = 15594N$** .

Forze occasionali di serpeggiamento SE: volendo considerare la situazione più gravosa per la singola rotaia, si determina il centro di gravità dell'apparecchio di sollevamento nel caso in cui il carico sia a fine corsa (80cm dal binario):

$$X_G = (PP \cdot L/2 + SQ \cdot 0,8) / (PP + SQ) = 123136 \cdot 11,1 + 32800 \cdot 0,8 / 155936 = 8,93m$$

Ne consegue un massimo valore della distanza adimensionalizzata pari a  $\xi = 0,4$ .

Per il calcolo si assume cautelativamente un valore del coefficiente di attrito tra rotaia e bordini delle ruote pari a  **$f = 0,3$** .

Prospetto 3-I - Coefficienti  $\lambda$

	Ruote assialmente bloccate		Ruote assialmente libere	
	Gruppi di comando indipendente	Albero meccanico o elettrico	Gruppi di comando indipendente	Albero meccanico o elettrico
$\lambda$	$1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n \cdot h}$		$\xi_1 (1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n \cdot h})$	
$h$	$\frac{m \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot L^2 + \sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n e_i}$		$\frac{m \cdot \xi_2 \cdot L^2 + \sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n e_i}$	
$\lambda_{1y}$	$\frac{\xi_1}{n} (1 - \frac{e_i}{h})$			
$\lambda_{2y}$	$\frac{\xi_2}{n} (1 - \frac{e_i}{h})$		0	
$\lambda_{vix}$	0	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot L}{n \cdot h}$	0	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot L}{n \cdot h}$

Figura 7: schema per la determinazione del carico da serpeggiamento.

Si determinano i coefficienti e valori capaci di determinare i carichi dovuti al serpeggiamento, con riferimento alle rotaie  $dx$  e  $sx$ , nonché alle ruote 1 e 2, crescenti nella direzione opposta al moto.

**R:** peso totale delle parti in movimento.  **$R=PP+SQ=155936N$** ;

**$\lambda$ :**  $\lambda=0,958$ ;

**F:** forza trasversale alla via di corsa.  **$F=f \cdot \lambda \cdot R=0,3 \cdot 0,958 \cdot 155936=44816N$** ;

**$\lambda$ :** coefficienti definiti nel prospetto 3.I:

$\lambda$ ruota ,direzione	<b>Rotaia dx</b>	<b>Rotaia sx</b>
<b><math>\lambda_{1,y}</math></b>	0,199	0,298
<b><math>\lambda_{2,y}</math></b>	0,185	0,277
<b><math>\lambda_{1-2,x}</math></b>	0,048	

Forze **X** ed **Y** conseguenti ai determinati valori di  $\lambda$ :

<b>Y</b> ruota	<b>Rotaia dx</b>	<b>Rotaia sx</b>
<b><math>Y_1</math></b>	9288N	13933N
<b><math>Y_2</math></b>	8646N	12968N
<b><math>X_{1,2}</math></b>	2254N	

Forze eccezionali legate all'urto contro i respingimenti: trascurabili in quanto la velocità massima di  $38,7m/min=0,645m/s < 0,7m/s$ .

Carico di prova QP: si determina maggiorando il carico utile di un fattore che è il maggiore tra  $k_s$  e  $\psi \cdot k_d$ , ovvero  $\max(1,25; 1,15 \cdot 1,1=1,265)=1,265$ . Ne consegue

$$QP=1,265 \cdot SQ= =1,265 \cdot 32800=41492N.$$

### Condizioni di carico

Si devono considerare tre condizioni di carico:

Servizio con forze regolari;

Servizio con forze regolari ed occasionali;

Carichi eccezionali.

Il coefficiente di maggiorazione **M** si assume pari a **M=1,08**.

#### Condizione di carico 1

Carico verticale (riferito alla singola ruota ed al binario):

$$M(PP + \psi SQ + H) = 1,08(123136 + 1,15 \cdot 32800) + 1,08 \cdot 15594$$

F ruota	<i>Rotaia dx</i>	<i>Rotaia sx</i>
<b>Z<sub>1,2</sub></b>	50162N	34044N
<b>X<sub>1,2</sub></b>	4211N	

#### Condizione di carico 2

Carico (su ciascuna ruota):

$$M(PP + \psi SQ) + M \cdot H + SE$$

Y ruota	<i>Rotaia dx</i>	<i>Rotaia sx</i>
<b>Y<sub>1</sub></b>	9288N	13933N
<b>Y<sub>2</sub></b>	8646N	12968N
<b>X<sub>1,2</sub></b>	6465N	
<b>Z<sub>1,2</sub></b>	50162N	34044N

#### Condizione di carico 3

Carico verticale (complessivo); si assume la peggiore tra le combinazioni che includono il carico di prova e l'azione sismica da determinarsi in base all'accelerazione imposta alla massa della struttura.

Segue pertanto, con riferimento alla coppia di ruote:

$$G + QP = 123136 + 41492 = 164628N = (63435N; 101193N)$$

## 8. CALCOLO DEGLI IMPALCATI

Di seguito la verifica degli elementi secondari costituenti le strutture di copertura e gli orizzontamenti interni.

### ***8.1. Solaio vani accessori***

La soluzione identificata consta di una soluzione mista, con lamiera grecata hi bond tipo EGB 2000 e cappa collaborante da 22,5cm per un'altezza complessiva di 40cm.

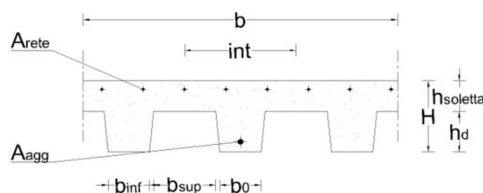
L'orditura principale consta di una trave in carpenteria metallica collegata alla cappa in calcestruzzo armato attraverso il lamierino metallico da pioli tipo Nelson.

L'analisi condotta è di tipo elastico, pertanto la piolatura si suppone costante.



**Caratteristiche dimensionali della soluzione****Lamierino grecato:**

$t$	1,2 mm
$h_d$	17,5 mm
$b_{inf}$	165,0 mm
$i$	355,0 mm

**Soletta:**

$H_{tot}$	40,0 cm
$h_{soletta}$	22,5 cm
$A_{s,rete/s}$	Rete $\varphi 12$ 20x20
$A_{s,agg}$	Non prevista

**Caratteristiche meccaniche dei materiali adottati**

<b>Calcestruzzo:</b>	C30/40	<b>Acciaio da armature:</b>	B450C	<b>Acciaio lamierino:</b>	S355
$f_{ck}$	30,00 MPa	$f_{yk}$	450,00 MPa	$f_{yk}$	355,00 MPa
$f_{cd}$	17,00 MPa	$f_{yd}$	391,30 MPa	$f_{uk}$	510,00 MPa
$E_c$	35,00 GPa	$E_s$	210,00 GPa	$f_{yd}$	338,10 MPa
				$E_s$	210,00 GPa

**Analisi dei carichi**

**Carichi agenti:**  $L = 5$  m

			$q_{Ed}$	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$
$g_{k,1}$	7,99 kN/m <sup>2</sup>	SLU	27,34 kN/m	85,44 kNm	68,35 kN
$g_{k,2}$	5,30 kN/m <sup>2</sup>	Rara	19,29 kN/m	60,29 kNm	48,23 kN
$q_k$	6,00 kN/m <sup>2</sup>	q.p.	18,09 kN/m	56,54 kNm	45,23 kN

**Caratteristiche meccaniche della sezione**

**Valutazioni a  $t = 0$ :**  $n = 6,00$

$J_{id,t0}$	16427,34 m <sup>4</sup>
$A_{omo,t0}$	0,097 m <sup>2</sup>

**Valutazioni a  $t = \infty$ :**  $n = 20,00$

$J_{id,t0}$	12632,14 m <sup>4</sup>
$A_{omo,t0}$	0,184 m <sup>2</sup>

**Coefficienti di combinazione:**

$\gamma_{g1}$	1,3 adim
$\gamma_{g2}$	1,5 adim
$\gamma_q$	1,5 adim
$\psi_{2,1}$	0,8 adim

**Tensioni nel cls:** Comb. SLU,  $t_0$

lembo superiore -6,93 MPa

**Tensioni nelle armature:**

Rete elettrosaldata -2,54 MPa

Armatura aggiuntiva -- MPa

**Tensioni nel lamierino metallico:**

Lembo superiore 75,47 MPa

Lembo inferiore 166,49 MPa

Comb. Rara,  $t_\infty$

-3,01 MPa

-24,49 MPa

-- MPa

47,10 MPa

130,62 MPa

**Coefficienti di sicurezza:**

Adeguate	$\gamma_{cls}$	1,5 adim
Adeguate	$\gamma_s$	1,15 adim
Non prevista	$\gamma_a$	1,05 adim

**SLU: verifica dell'elemento non armato a taglio**

$V_{Rd}$  101,87 kN

Verifica superata

**SLE: stima della freccia**

Comb. q.p.,  $t_\infty$

0,56 cm

ovvero  $L/900,8$

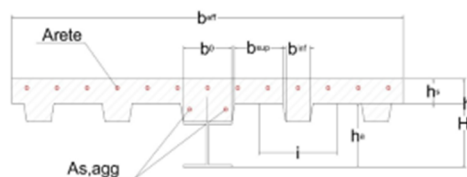
**Orditura principale dei solai interni**

Le soluzioni adottate prevedono ancora carpenterie differenti tra le due ali, in ragione della differente luce interessanti le campate. La TS3 (luce di 7,25m) sfrutta una HEA300, mentre la TS4 (luce di 9,5m) sfrutta una HEA400.

La connessione prevede chiodi tipo Nelson, accoppiati e disposti a passo di 15cm.

### Caratteristiche dimensionali della soluzione

<b>Profilo in acciaio:</b>	HEA300	<b>Soletta:</b>	
$h_a$	290 mm	$b_{eff}$	91 cm
$A$	11250 mm <sup>2</sup>	$h_{soletta}$	22,5 cm
$J_{max}$	1,83E+08 mm <sup>4</sup>	$A_{s,rete}/s$	Rete $\phi 12/20$
$\rho$	88,3 kg/m	$A_{s,agg}$	2 barre $\phi 20$



<b>Lamierino grecato:</b>		<b>Connessione:</b>		<b>Coefficienti di sicurezza:</b>		<b>Coefficienti di combinazione:</b>	
$b_{inf}$	0 mm	$n_p$	2 adim	$\gamma_{g1}$	1,3 adim	$\gamma_{cls}$	1,5 adim
$h_d$	175 mm	$h_p$	25 cm	$\gamma_{g2}$	1,5 adim	$\gamma_s$	1,15 adim
$i$	355 mm	$d_p$	24 mm	$\gamma_a$	1,5 adim	$\gamma_a$	1,05 adim
$b_o$	250 mm	<b>Passo</b>	15 cm	$\psi_{2,1}$	0,8 adim	$\gamma_v$	1,25 adim

### Caratteristiche meccaniche dei materiali adottati

<b>Calcestruzzo:</b>	C30/40	<b>Acciaio da armature:</b>	B450C	<b>Acciaio da carpenteria:</b>	S355	<b>Acciaio connettore:</b>	S355
$f_{ck}$	30,00 MPa	$f_{yk}$	450,00 MPa	$f_{yk}$	355,00 MPa	$f_{yk}$	355,00 MPa
$f_{cd}$	17,00 MPa	$f_{yd}$	391,30 MPa	$f_{uk}$	510,00 MPa	$f_{uk}$	510,00 MPa
$E_c$	35,00 GPa	$E_s$	210,00 GPa	$f_{yd}$	338,10 MPa	Resistenza del singolo connettore:	
				$E_s$	210,00 GPa	$P_{Rd}$	41,50 kN

### Analisi dei carichi

<b>Carichi agenti:</b>		<b>Combinazioni di carico e sollecitazioni per L=</b>	7,25 m		
$g_{pp,putrella}$	0,88 kN/m	$l_{influenza}$	5,00 m	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$
$g_{k,1}$	7,99 kN/m <sup>2</sup>	SLU	137,83 kN/m	905,61 kNm	499,64 kN
$g_{k,2}$	5,30 kN/m <sup>2</sup>	Rara	97,33 kN/m	639,51 kNm	352,83 kN
$q_k$	6,00 kN/m <sup>2</sup>	q.p.	91,33 kN/m	600,09 kNm	331,08 kN

### Caratteristiche meccaniche della sezione

<b>Valutazioni a t zero: n= 7,50</b>		<b>Valutazioni a t ∞: n= 20,00</b>	
$J_{id,t0}$	1,82E-03 m <sup>4</sup>	$J_{id,t0}$	1,28E-03 m <sup>4</sup>
$A_{omo,t0}$	0,300 m <sup>2</sup>	$A_{omo,t0}$	0,478 m <sup>2</sup>

<b>Tensioni nel cls:</b>				
lembo superiore	-15,85 MPa	Adeguata	-11,72 MPa	Adeguata

<b>Tensioni nelle armature:</b>				
Rete elettrosaldata	-98,93 MPa	Adeguata	-206,03 MPa	Adeguata
Armatura aggiuntiva	70,38 MPa	Adeguata	35,00 MPa	Adeguata

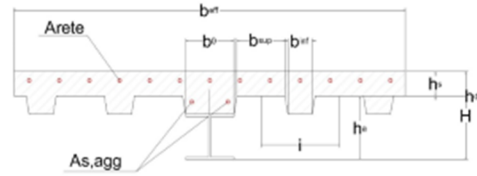
<b>Tensioni nel profilo metallico:</b>				
Interfaccia acciaio-cls	80,34 MPa	Adeguata	49,17 MPa	Adeguata
Lembo inferiore	224,75 MPa	Adeguata	254,76 MPa	Adeguata

### Forza di scorrimento massima:

$V_{long}$	1709,62 kN	1286,62 kN
=> <b>Passo minimo</b>	almeno 2 connettori ogni 17,6 cm	Passo adeguato

**Caratteristiche dimensionali della soluzione**

<b>Profilo in acciaio:</b>	HEA400	<b>Soletta:</b>	
$h_a$	390 mm	$b_{eff}$	119 cm
$A$	15900 mm <sup>2</sup>	$h_{soletta}$	22,5 cm
$J_{max}$	4,51E+08 mm <sup>4</sup>	$A_{s,rete}/s$	Rete $\phi 12/20$
$\rho$	125 kg/m	$A_{s,agg}$	2 barre $\phi 20$



<b>Lamierino grecato:</b>		<b>Connessione:</b>		<b>Coefficienti di sicurezza:</b>		<b>Coefficienti di combinazione:</b>	
$b_{inf}$	0 mm	$n_p$	2 adim	$\gamma_{g1}$	1,3 adim	$\gamma_{cls}$	1,5 adim
$h_d$	175 mm	$h_p$	25 cm	$\gamma_{g2}$	1,5 adim	$\gamma_s$	1,15 adim
$i$	355 mm	$d_p$	24 mm	$\gamma_Q$	1,5 adim	$\gamma_a$	1,05 adim
$b_o$	250 mm	<b>Passo</b>	15 cm	$\psi_{2,1}$	0,8 adim	$\gamma_v$	1,25 adim

**Caratteristiche meccaniche dei materiali adottati**

<b>Calcestruzzo:</b>	C30/40	<b>Acciaio da armature:</b>	B450C	<b>Acciaio da carpenteria:</b>	S355	<b>Acciaio connettore:</b>	S355
$f_{ck}$	30,00 MPa	$f_{yk}$	450,00 MPa	$f_{yk}$	355,00 MPa	$f_{yk}$	355,00 MPa
$f_{cd}$	17,00 MPa	$f_{yd}$	391,30 MPa	$f_{uk}$	510,00 MPa	$f_{uk}$	510,00 MPa
$E_c$	35,00 GPa	$E_s$	210,00 GPa	$f_{yd}$	338,10 MPa	Resistenza del singolo connettore:	
				$E_s$	210,00 GPa	$P_{Rd}$	41,50 kN

**Analisi dei carichi**

<b>Carichi agenti:</b>		<b>Combinazioni di carico e sollecitazioni per L=</b>	9,5 m		
$g_{pp,putrella}$	1,25 kN/m	$l_{influenza}$	5,00 m	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$
$g_{k,1}$	7,99 kN/m <sup>2</sup>	<b>SLU</b>	138,31 kN/m	1560,31 kNm	656,97 kN
$g_{k,2}$	5,30 kN/m <sup>2</sup>	<b>Rara</b>	97,70 kN/m	1102,18 kNm	464,08 kN
$q_k$	6,00 kN/m <sup>2</sup>	<b>q.p.</b>	91,70 kN/m	1034,49 kNm	435,58 kN

**Caratteristiche meccaniche della sezione**

<b>Valutazioni a t zero: n=7,50</b>		<b>Valutazioni a t ∞: n=20,00</b>	
$J_{id,t0}$	3,20E-03 m <sup>4</sup>	$J_{id,t0}$	2,28E-03 m <sup>4</sup>
$A_{omo,t0}$	0,405 m <sup>2</sup>	$A_{omo,t0}$	0,646 m <sup>2</sup>
<b>Tensioni nel cls:</b>			
lembo superiore	-16,87 MPa	Adeguata	-12,43 MPa Adeguata
<b>Tensioni nelle armature:</b>			
Rete elettrosaldata	-107,00 MPa	Adeguata	-221,18 MPa Adeguata
Armatura aggiuntiva	58,66 MPa	Adeguata	11,26 MPa Adeguata
<b>Tensioni nel profilo metallico:</b>			
Interfaccia acciaio-cls	68,40 MPa	Adeguata	24,93 MPa Adeguata
Lembo inferiore	258,42 MPa	Adeguata	291,56 MPa Adeguata
<b>Forza di scorrimento massima:</b>			
$V_{long}$	2516,10 kN		1231,49 kN
=> <b>Passo minimo</b>	almeno 2 connettori ogni 15,7 cm		Passo adeguato

**8.2. Cantina macchine formatrici**

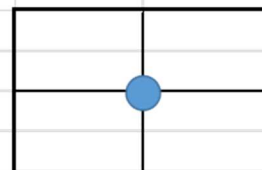
La struttura interrata della cantina ha principalmente l'esigenza di venir protetta nei riguardi della spinta idrostatica conseguente alla sua immersione: a tal fine si è prevista l'introduzione di una palificata sotto alla platea di fondazione, la quale lavorando ad estrazione impedisca il galleggiamento della cantina stessa.

Al medesimo fine coopera anche lo strato di materiale sabbioso predisposto all'interno

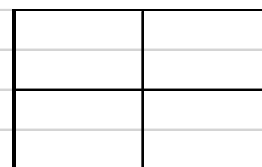
della camera (salvaguardando l'altezza utile interna di 4,3m), il quale ha il duplice scopo di fungere e da zavorra e da alloggiamento impiantistico.

La scelta per il bilancio tra le due soluzioni ha seguito criteri economici e viene di seguito riproposta:

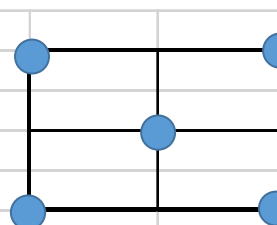
<b>Stima del costo palificata (ipotesi A palo/25mq):</b>							
Adotto pali battuti TC1200/24-42 OGNI 25mq							
RICHIESTA TRAZ SU SINGOLO PALO			205,38 kN				
RESISTENZA A TRAZ (GEFONDAZIONI (REL. GEFONDAZIONI APP. 1.2 GEO)			205,38 kN				
area cantina			1145 mq				
numero pali su platea			46				
lunghezza perimetro muro			136 m				
numero di pali perimetro muro (adotto 1 palo ogni 2,5m)			27				
totale pali			73				
stima costo per palo battuto + contropalo			60 euro/ml				
costo totale pali			<b>52560 euro</b>				
<b>Stima del costi: (ipotesi A palo/25mq)</b>							
h zavorra=			1,30 m				
costo unitario			80 euro/mc				
area cantina			1145 mq				
costo totale zavorra			<b>119080 euro</b>				
totale ( pali+zavorra)			<b>171640 euro</b>				



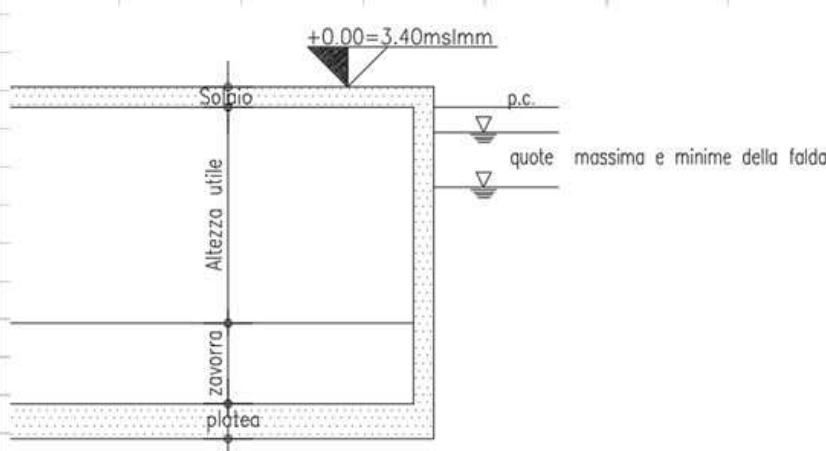
<b>Stima del costi: (ipotesi B no pali su platea)</b>							
h zavorra			2 m				
costo unitario			80 euro/mc				
area cantina			1145 mq				
costo totale zavorra			<b>183200 euro</b>				
costo totale pali perimetrali			<b>19584 euro</b>				
TOT			<b>202784 euro</b>				



<b>Stima dei costi: (ipotesi C 2pali/25mq)</b>							
h zavorra=			0,65 m				
costo unitario			80 euro/mc				
area cantina			1145 mq				
costo totale zavorra			<b>59540 euro</b>				
costo totale pali			<b>85536 euro</b>				
tot			<b>145076 euro</b>				



La verifica si basa sul valore di resistenza all'estrazione del singolo palo proposto nella relazione geotecnica di riferimento, con classe di coefficienti R2 (Comb. GEO).

Verifica al sollevamento della struttura interrata (ipotesi C 2pali/25mq)			
Approfondimento sul p.c. della struttura:	5,55 m		
Altezza utile interna:	4,30 m		
Spessore della platea di fondazione:	0,60 m		
Spessore solaio di copertura:	0,4 m		
Spessore dello strato di zavorra:	0,65 m		
Approfond. massimo della falda sul p.c.:	0,60 m		
			
Densità del materiale di zavorra	26 kN/mc		
Densità del calcestruzzo armato	25 kN/mc		
Resistenza a trazione 2 singoli pali	657,22 kN		
Densità dell'acqua	10 kN/mc		
<b>Coefficienti di sicurezza adottati (Verifica UPL)</b>			
Peso proprio favorevole	0,9 adim.		
Peso proprio sfavorevole	1,1 adim.		
Resistenza all'estrazione del singolo palo	1,6 adim.		
<b>Azioni stabilizzanti:</b>			
Elementi verticali colonne	0,84 kN/mq		
Chiusura superiore soletta 40cm	10 kN/mq		
Permanenti non strutturali, definiti	0,8 kN/mq		
Platea di fondazione	15,00 kN/mq		
Strato di zavorra	16,90 kN/mq		
Incidenza asportazioni della zavorra (5%)	-0,845 kN/mq		
<b>Parziale di progetto</b>	38,43 kN/mq		
Resistenza all'estrazione dei pali	16,43 kN/mq		
<b>TOT di progetto</b>	54,86 kN/mq		
<b>Spinta idrostatica:</b>			
	49,50 kN/mq		
<b>TOT di progetto</b>	54,45 kN/mq		

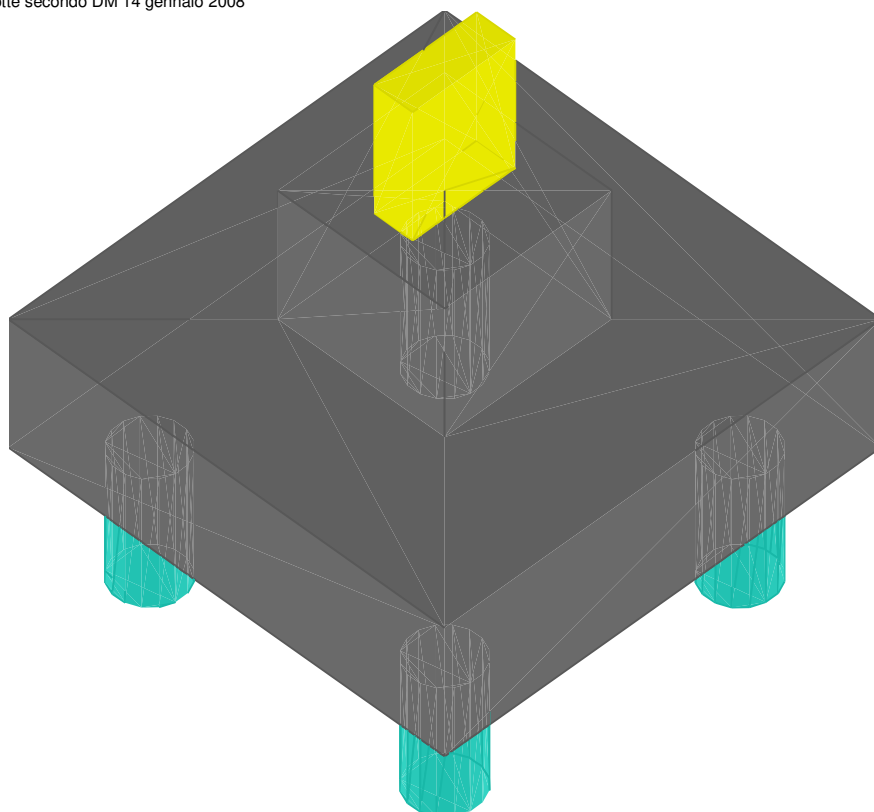
## 9. ANALISI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le fondazioni sono state verificate mediante il codice di calcolo, ed il dimensionamento ricalca i risultati ottenuti; a titolo esemplificativo si riporta la verifica di alcuni plinti tipo.

### 9.1. *Plinto tipo locale Forno*

#### Plinto su pali 238

Verifiche condotte secondo DM 14 gennaio 2008



#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C32/40; Resistenza cubica caratteristica  $R_{ck}$ : 400  
Acciaio per armatura: B450C;  $F_{yk}$ : 4500

#### Caratteristiche geometriche

Plinto a pianta rettangolare su pali diametro 50 numero colonne 2 numero righe 2

Ricoprimento dei pali 30

Spessore della suola 100

Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-115	-115
2	-115	115
3	115	115
4	115	-115

Dado: dimensione x: 130; dimensione y: 130; spessore: 100

Pilastro rettangolare: dimensione x: 30; dimensione y: 80

#### Carichi massimi sui pali

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima compressione 65876.1 nel palo 1 in combinazione SLU 146  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Massima compressione 47920.1 nel palo 1 in combinazione SLE RA 35  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione 36352.3 nel palo 1 in combinazione SLE QP 2  
Nessun palo è in trazione.

## Verifiche nel funzionamento tirante-puntone

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima trazione inferiore 48198.3 in combinazione SLU 146 relativa al palo 1  
 Area presente 16.08 Tensione di trazione 2996.48 < 3913 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.31  
 Massima compressione nei puntoni 94793.6 in combinazione SLU 146 relativa al palo 1  
 Area presente 2500 Tensione di compressione 37.92 < 188.1 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 4.96

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Massima trazione inferiore 35060.8 in combinazione SLE RA 35 relativa al palo 1  
 Area presente 16.08 Tensione di trazione 2179.73 < 3600 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.65  
 Massima compressione nei puntoni 68955.5 in combinazione SLE RA 35 relativa al palo 1  
 Area presente 2500 Tensione di compressione 27.58 < 199.2 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 7.22

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione nei puntoni 52309.8 in combinazione SLE QP 2 relativa al palo 1  
 Area presente 2500 Tensione di compressione 20.92 < 149.4 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 7.14

## Verifiche della sezione di base del dado

Armatura verticale 12 diam.12  
 Armatura orizzontale 7 staffe diam. 8 mm

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 1.57  
 Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 3.74

Comb.	N	Mx	My	Coef.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLV FO 10	-79692	-6818743	-413981	1.57	1445	17548	65606	65606	30880	30880	702847	702847	SI
SLV FO 9	-79692	-6818743	-413981	1.57	1445	17548	65606	65606	30880	30880	702847	702847	SI
SLV FO 5	-91095	-5997853	36317	3.73	113	15598	67245	67245	30880	30880	705306	705306	SI
SLV FO 6	-91095	-5997853	36317	3.73	113	15598	67245	67245	30880	30880	705306	705306	SI
SLV FO 8	-108613	6522653	428576	4.25	1468	17264	69764	69764	30880	30880	709084	709084	SI
SLV FO 7	-108613	6522653	428576	4.25	1468	17264	69764	69764	30880	30880	709084	709084	SI

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 199.2  $\sigma_f$  lim. 3600  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 14.39

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Verifica
SLE RA 16	-114468	2565818	56684	no	-13.8	-1.4	SI
SLE RA 19	-108572	-2717603	-20993	no	-13.8	2.5	SI
SLE RA 20	-116695	2492123	55498	no	-13.8	-3.4	SI
SLE RA 15	-106345	-2643909	-19806	no	-13.5	2.1	SI
SLE RA 6	-80133	-2715497	-39018	no	-12.2	12.9	SI

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-81964	-147142	-428	no	0	SI
SLE FR 2	-81153	-646074	-7909	no	0	SI
SLE FR 3	-82777	395871	7390	no	0	SI
SLE FR 4	-82182	-139593	6169	no	0	SI
SLE FR 5	-81602	-159740	-11431	no	0	SI

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 149.4 w lim. 0.03  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 24.98  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	wd	Verifica
SLE QP 2	-94152	-148045	7298	no	-6	0	SI
SLE QP 1	-81964	-147142	-428	no	-5.2	0	SI

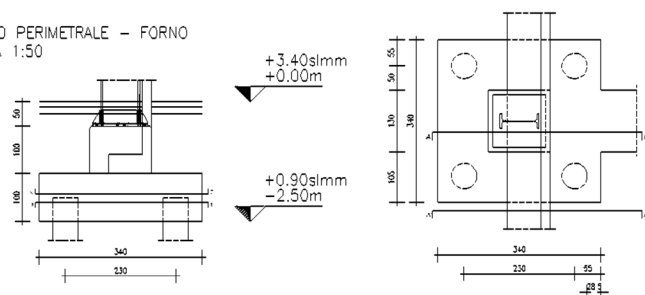
Il riferimento è al plinto tipo a sostegno della struttura dell'ambiente del *Forno*, il quale non abbia anche da sopportare il carico del controvento.

Si tratta pertanto di un elemento con letto di posa a 2,5m sotto al piano di riferimento, con altezza pari ad un metro e dimensioni in pianta di 3,40 x 3,40m e poggiante su 4 pali battuti da 19m in C40/50 con diametro 530mm in sommità e 260mm in testa.

Di seguito la tavola descrittiva delle armature delle quali è prevista la messa in opera.

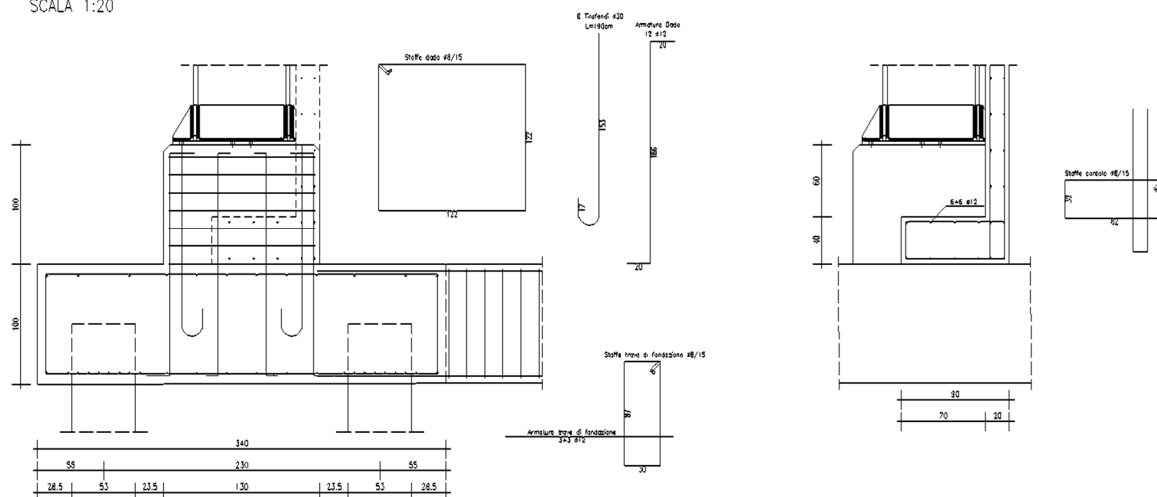
PLINTO PERIMETRALE - FORNO  
SCALA 1:50

SCALA 1:50



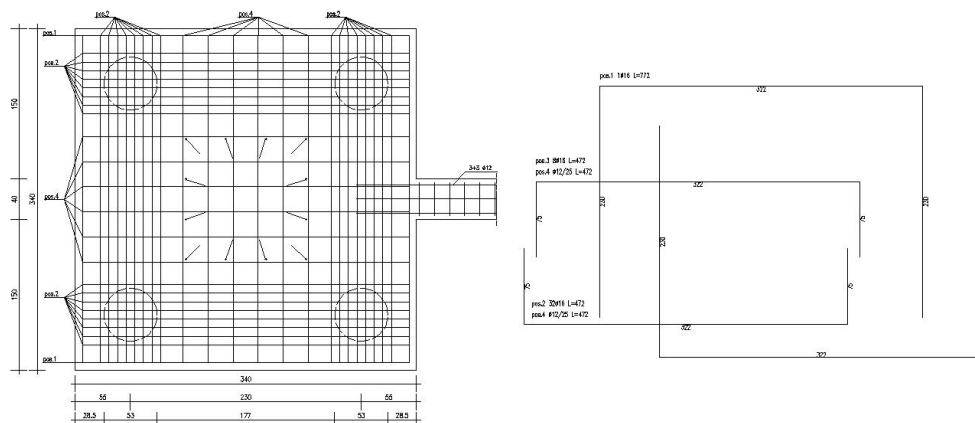
SEZIONI A ed A' PLINTO PERIMETRALE - FORNO  
SCALA 1:20

SCALA 1:20



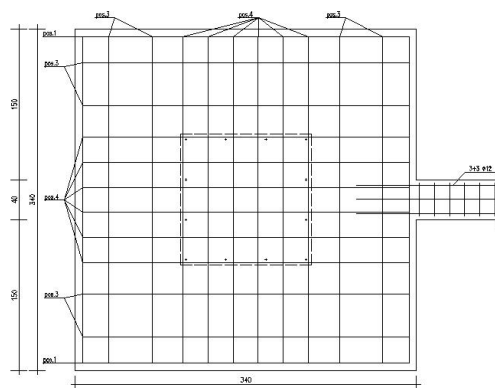
SEZIONE B PLINTO PERIMETRALE - FORNO  
SCALA 1:20

SCALA 1:20



SEZIONE C PLINTO PERIMETRALE - FORNO  
SCALA 1:20

SCALA 1:20



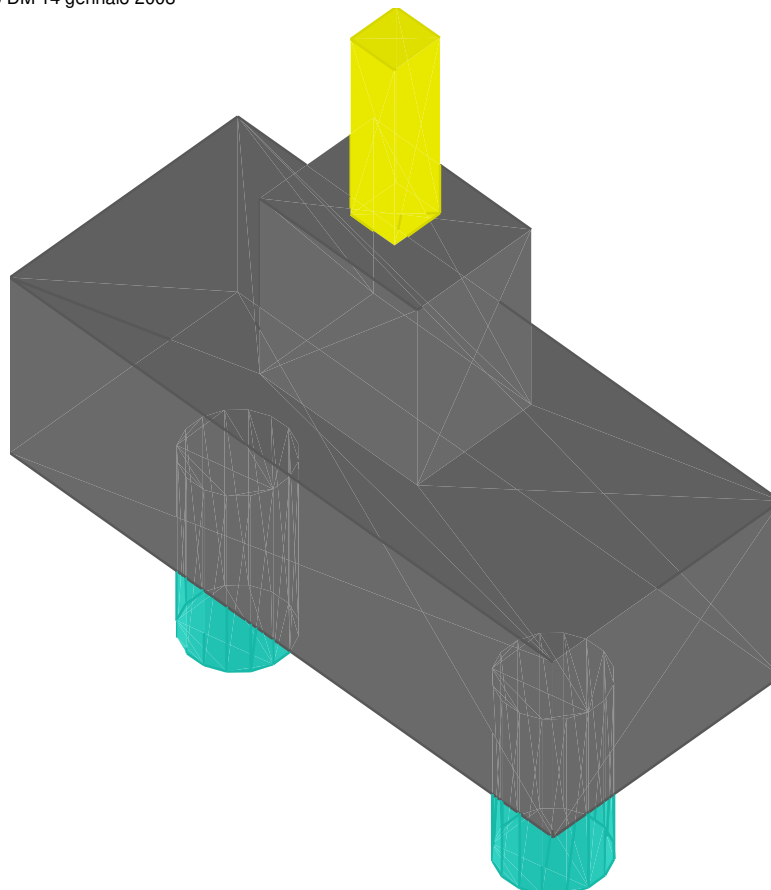


## 9.2. Plinto tipo Macchine ausiliarie

Il locale macchine ausiliare presenta un plinto su pali con configurazione a due pali: un'analoga soluzione è presente anche nella zona Macchine formatrici, sebbene con minor altezza della fondazione.

### Plinto su pali 153

Verifiche condotte secondo DM 14 gennaio 2008



#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C32/40; Resistenza cubica caratteristica  $R_{ck}$ : 400  
Acciaio per armatura: B450C;  $F_{yk}$ : 4500

#### Caratteristiche geometriche

Plinto a pianta rettangolare su pali diametro 50 numero colonne 2 numero righe 1

Ricoprimento dei pali 40

Spessore della suola 100

Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-90	0
2	90	0

**Dado:** dimensione x: 90; dimensione y: 65; spessore: 100

**Pilastro rettangolare:** dimensione x: 25; dimensione y: 26

#### Carichi massimi sui pali

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima compressione 60722.7 nel palo 2 in combinazione SLU 146  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Massima compressione 43811.7 nel palo 2 in combinazione SLE RA 35  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione 30766.1 nel palo 2 in combinazione SLE QP 2  
Nessun palo è in trazione.

## Verifiche nel funzionamento tirante-puntone

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima trazione inferiore 45952.3 in combinazione SLU 146 relativa al palo 1  
Area presente 12.06 Tensione di trazione 3809.13 < 3913 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 1.03  
Massima compressione nei puntoni 76150.2 in combinazione SLU 146 relativa al palo 2  
Area presente 2500 Tensione di compressione 30.46 < 188.1 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 6.18

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio raro"

Massima trazione inferiore 33154.8 in combinazione SLE RA 35 relativa al palo 1  
Area presente 12.06 Tensione di trazione 2748.31 < 3600 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 1.31  
Massima compressione nei puntoni 54942.7 in combinazione SLE RA 35 relativa al palo 2  
Area presente 2500 Tensione di compressione 21.98 < 199.2 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 9.06

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione nei puntoni 38582.7 in combinazione SLE QP 2 relativa al palo 2  
Area presente 2500 Tensione di compressione 15.43 < 149.4 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 9.68

## Verifiche della sezione di base del dado

Armatura verticale 12 diam.12

Armatura orizzontale 7 staffe diam. 8 mm

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 8.65  
Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 21.82

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLU 145	-107394	2701	-107936	8.65	337	8	35236	36240	20966	14771	255487	249214	S1
SLU 103	-107221	2569	-102295	8.67	317	7	35211	36216	20966	14771	255450	249179	S1
SLU 108	-107144	3393	-91740	8.67	279	10	35200	36206	20966	14771	255434	249163	S1
SLU 140	-106970	3261	-86098	8.69	259	10	35176	36182	20966	14771	255397	249127	S1
SLU 111	-106369	17157	-6733	8.74	21	58	35091	36099	20966	14771	255270	249003	S1
SLV FO 7	-43395	-12465	336997	21.41	1201	43	26212	27438	20966	14771	241951	236011	S1
SLV FO 8	-43395	-12465	336997	21.41	1201	43	26212	27438	20966	14771	241951	236011	S1
SLV FO 9	-52846	12561	-333221	17.58	1154	42	27544	28738	20966	14771	243950	237961	S1
SLV FO 10	-52846	12561	-333221	17.58	1154	42	27544	28738	20966	14771	243950	237961	S1
SLV FO 11	-45283	111948	296449	20.52	1060	381	26478	27697	20966	14771	242350	236400	S1

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio raro"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 199.2 of lim. 3600  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 14.57

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_F$	Verifica
SLE RA 34	-76356	55	-70771	no	-13.7	-74.7	S1
SLE RA 29	-76241	-34	-67010	no	-13.6	-74.8	S1
SLE RA 30	-74490	3265	76181	no	-13.5	-72.1	S1
SLE RA 35	-74605	3353	72420	no	-13.5	-72.5	S1
SLE RA 32	-75557	9603	459	no	-12.9	-77.3	S1

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04  
Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-36433	-630	2102	no	0	S1
SLE FR 2	-36716	-1185	-20698	no	0	S1
SLE FR 3	-36132	-85	27032	no	0	S1
SLE FR 4	-36400	-2224	2288	no	0	S1
SLE FR 5	-36488	2027	1791	no	0	S1

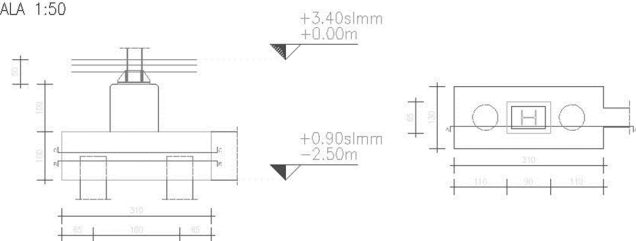
### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 149.4 w lim. 0.03  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 18.24  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

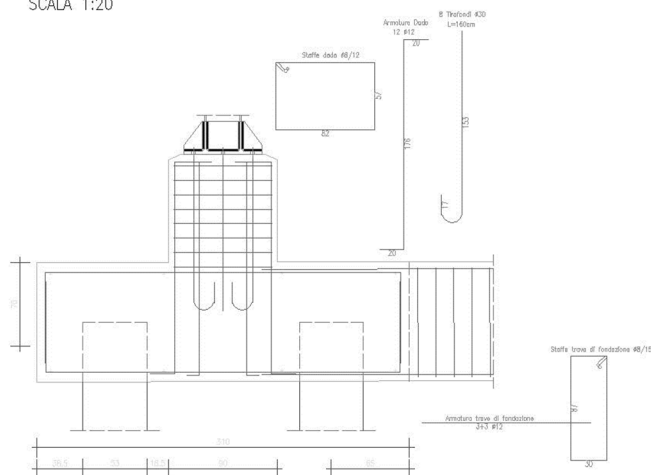
Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	wd	Verifica
SLE QP 2	-48121	48	1888	no	-8.2	0	S1
SLE QP 1	-36433	-630	2102	no	-6.2	0	S1

L'elemento misura 3,10m x 1,30m ed ha un'altezza di 1m; lo schema delle armature a seguire:

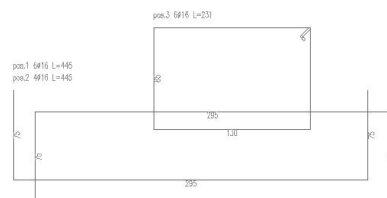
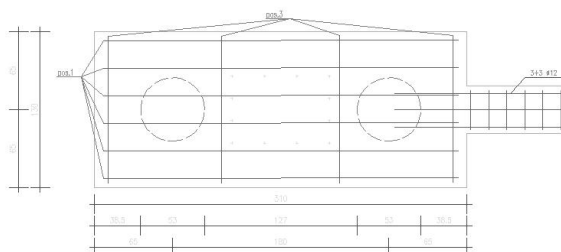
PLINTO CENTRALE – ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:50



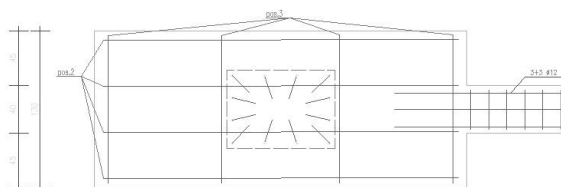
SEZIONI A ed A' PLINTO CENTRALE – ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20



SEZIONE B PLINTO CENTRALE – ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20



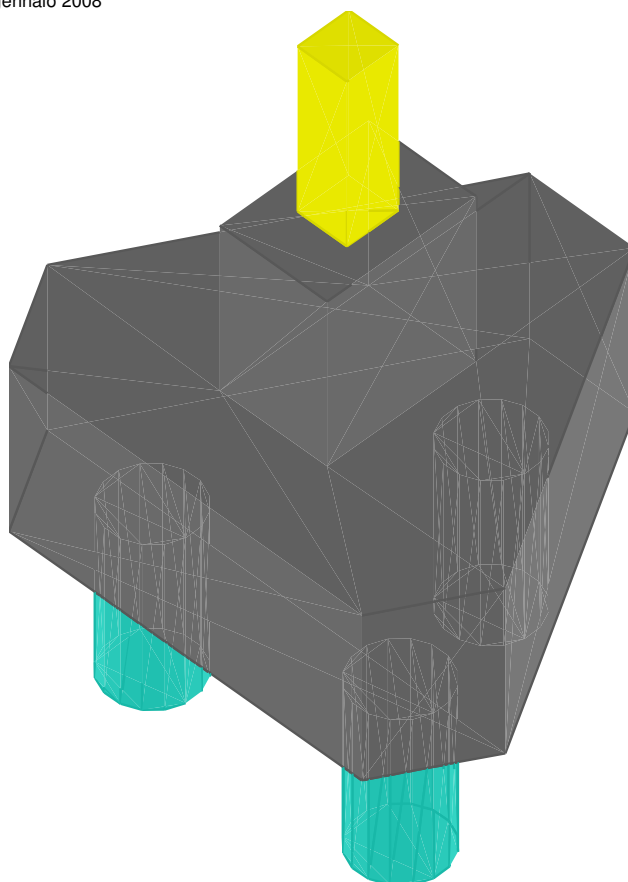
SEZIONE C PLINTO CENTRALE – ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20



### 9.3. Plinto su tre pali (Macchine Ausiliarie)

#### Plinto su pali 152

Verifiche condotte secondo DM 14 gennaio 2008



#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C32/40; Resistenza cubica caratteristica  $R_{ck}$ : 400  
Acciaio per armatura: B450C;  $F_{yk}$ : 4500

#### Caratteristiche geometriche

**Plinto a pianta triangolare con 3 pali diametro 50**

Ricoprimento dei pali 30

Spessore della suola 100

Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-75	-43.3
2	75	-43.3
3	0	86.6

**Dado:** dimensione x: 65; dimensione y: 90; spessore: 100

**Pilastro rettangolare:** dimensione x: 30; dimensione y: 31

#### Carichi massimi sui pali

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima compressione 53656.2 nel palo 3 in combinazione SLU 104  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Massima compressione 39346 nel palo 3 in combinazione SLE RA 30  
Nessun palo è in trazione.

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione 30901.4 nel palo 2 in combinazione SLE QP 2  
Nessun palo è in trazione.

## Verifiche nel funzionamento tirante-puntone

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima trazione inferiore 24629.1 in combinazione SLU 145 relativa al palo 1  
Area presente 8.04 Tensione di trazione 3062.38 < 3913 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 1.28  
Massima compressione nei puntoni 68245.4 in combinazione SLU 145 relativa al palo 1  
Area presente 2500 Tensione di compressione 27.3 < 188.1 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 6.89

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Massima trazione inferiore 18145.8 in combinazione SLE RA 34 relativa al palo 1  
Area presente 8.04 Tensione di trazione 2256.25 < 3600 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 1.6  
Massima compressione nei puntoni 50280.8 in combinazione SLE RA 34 relativa al palo 1  
Area presente 2500 Tensione di compressione 20.11 < 199.2 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 9.9

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Massima compressione nei puntoni 39588.7 in combinazione SLE QP 2 relativa al palo 2  
Area presente 2500 Tensione di compressione 15.84 < 149.4 - SODDISFATTA  
Coefficiente di sicurezza 9.43

## Verifiche della sezione di base del dado

Armatura verticale 12 diam.12  
Armatura orizzontale 7 staffe diam. 8 mm

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 7.23  
Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 13.03

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLU 103	-128453	399356	-4732	7.23	16	1877	39136	38205	14771	20966	253559	259940	SI
SLU 145	-128393	408698	-4849	7.24	17	1907	39128	38196	14771	20966	253547	259928	SI
SLU 140	-128106	372432	-2333	7.25	8	1793	39089	38156	14771	20966	253487	259867	SI
SLU 108	-128046	381774	-2450	7.26	8	1823	39080	38147	14771	20966	253475	259854	SI
SLU 143	-126545	186782	27851	7.34	99	890	38874	37936	14771	20966	253165	259537	SI
SLV FO 5	-71976	673038	-158756	12.1	560	2320	31369	30242	14771	20966	241907	247996	SI
SLV FO 6	-71976	673038	-158756	12.1	560	2320	31369	30242	14771	20966	241907	247996	SI
SLU 40	-55325	-416171	31032	16.74	110	2119	29079	27894	14771	20966	238472	244474	SI
SLU 44	-55265	-406830	30916	16.81	110	2089	29070	27885	14771	20966	238460	244461	SI
SLU 3	-55672	-389247	28633	16.69	102	2034	29126	27943	14771	20966	238544	244547	SI

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 199.2  $\sigma_f$  lim. 3600  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 10.57

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Verifica
SLE RA 34	-93422	276669	-5633	no	-18.9	-80	SI
SLE RA 29	-93462	270442	-5555	no	-18.8	-80.5	SI
SLE RA 19	-84237	345163	-14031	no	-18.2	-66.2	SI
SLE RA 15	-84277	338935	-13954	no	-18.1	-66.6	SI
SLE RA 37	-92150	134953	16090	no	-17.3	-85.9	SI

### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04  
Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-58704	39653	-942	no	0	SI
SLE FR 2	-59133	87146	-4315	no	0	SI
SLE FR 3	-58300	-17750	2546	no	0	SI
SLE FR 4	-58702	39501	-3261	no	0	SI
SLE FR 5	-58709	39908	2925	no	0	SI

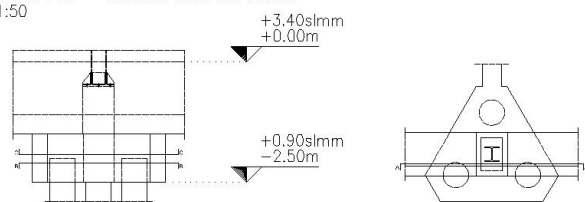
### Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 149.4 w lim. 0.03  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 12.1  
Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

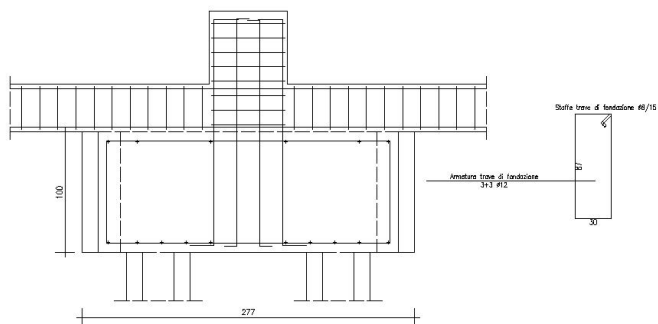
Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	wd	Verifica
SLE QP 2	-68746	66146	710	no	-12.3	0	SI
SLE QP 1	-58704	39653	-942	no	-10.3	0	SI

L'elemento ha un'altezza di 1m; lo schema delle armature a seguire:

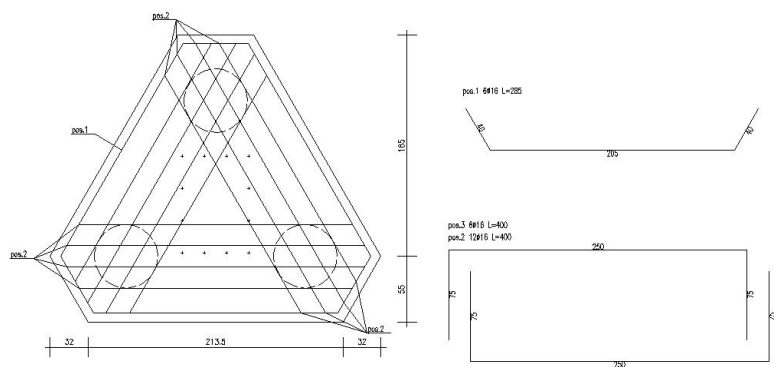
PLINTO SU 3 PALI - ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:50



SEZIONI A PLINTO SU 3 PALI - ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20



SEZIONE B PLINTO SU 3 PALI - ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20



SEZIONE C PLINTO SU 3 PALI - ANNESSI LATERALI FORNO  
SCALA 1:20

