



Città Metropolitana  
di VENEZIA  
Regione VENETO

PROGETTO

Ampliamento "vetreria Zignago Vetro"  
di Fossalta di Portogruaro (VE)

Nuovo Forno 14 e Rinnovamento del Forno 11

Progetto DEFINITIVO

COMMITTENTE



Zignago Vetro S.p.A.

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

TITOLO ELABORATO

**CAPANNONE FORNO 14 e MACCHINE FORMATRICI**  
**Relazione di calcolo delle strutture in elevazione**  
in carpenteria metallica

NOME FILE

PROGETTO	LIVELLO	AREA	EDIFICIO	SPECIALITA'	ELABORATO	N°	TITOLO
F14,F11	PD	AF14	FORNO14 MF14	ST	R	03.1	FORNO14-MF14 - Strutture di fondazione

SCALA

-

DIM. FOGLIO

A4

DATA PRIMA EMISSIONE

20/07/2020

PROGETTISTA

Ing Fadalti Pieralberto

FIRME COMMITTENTE

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	2
1.1. Premesse di carattere generale .....	2
1.2. Premesse di carattere particolare.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO.....	6
3.1. Particolari comuni a tutte le parti della struttura .....	6
3.2. Forno.....	8
3.3. Zona macchine formatrici .....	9
3.3.1. Soluzione tecnica .....	10
3.3.2. Soluzione Operativa.....	10
3.4. Macchine ausiliarie.....	11
4. MATERIALI UTILIZZATI .....	11
5. DEFINIZIONE DELLE AZIONI PRINCIPALI .....	12
5.1. Parametri fondamentali dell'Azione Sismica .....	12
6. VERIFICA DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI .....	17

## 1. PREMESSA

Il progetto definitivo in oggetto si riferisce alle opere di ampliamento della Vetreria Zignago Vetro di Fossalta di Portogruaro mediante realizzazione del nuovo Forno Fusorio F14 con relativi edifici di servizio e la riqualificazione del Forno 11.

### 1.1. PREMESSE DI CARATTERE GENERALE

L’area oggetto dell’intervento, è situata nel Comune di Fossalta di Portogruaro (VE), nella località di Villanova, all’interno del complesso industriale della Società “Zignago Vetro” S.p.a. in via Ita Marzotto n°8, catastalmente individuato al Foglio 15, mappale 69 per una superficie complessiva di 218.478 mq.

Specificatamente, l’area oggetto dei lavori si trova nella parte nord/nord-ovest dello stabilimento industriale-produttivo denominato “Vetreria Zignago Vetro”.

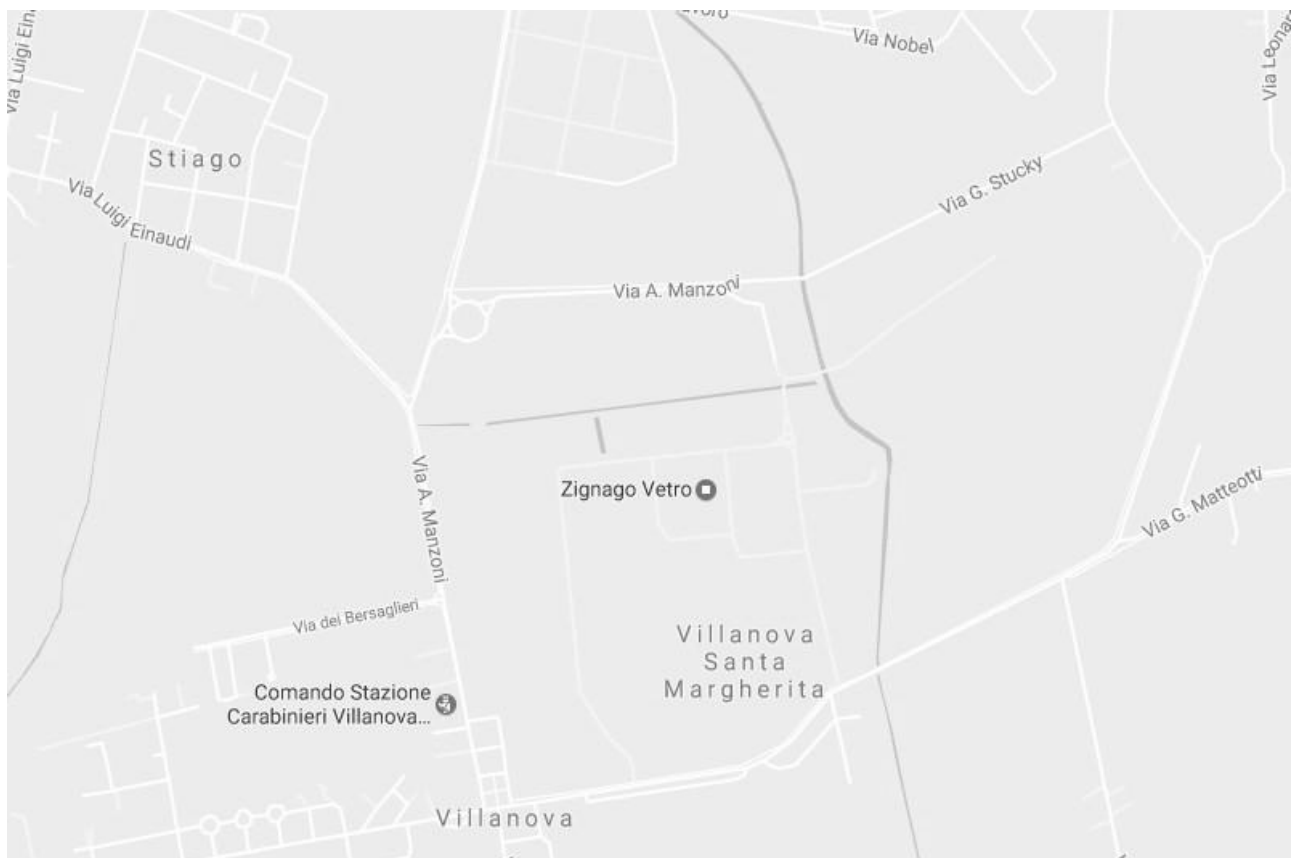


Figura 1: Individuazione dell'intervento

Ampliamento “Vetreria Zignago Vetro” di Fossalta di Portogruaro.  
Forno 14 e Forno 11  
**PROGETTO DEFINITIVO**



Figura 2: Mappa catastale

L'intervento consiste nell'ampliamento della superficie destinata al comparto industriale comprendendo i seguenti interventi progettuali:

- realizzazione dell'ampliamento prettamente produttivo con l'inserimento del Forno Fusorio 14, delle manutenzioni generali, della cabina elettrica e compressori, dell'ampliamento della Mensa-spogliatoi, della cabina metano.
- riqualificazione del Forno 11 con ristrutturazione del capannone forno, demolizione parziale del deposito sabbia esistente e dei magazzini materie prime, e costruzione dei nuovi composizione, deposito rottami e torri rottami.

## 1.2. PREMESSE DI CARATTERE PARTICOLARE

---

Oggetto della presente relazione strutturale sono le opere di fondazione dei fabbricati FORNO14 e Macchine Formatrici14, individuati nel render a seguito.



Figura 3: Render dell'intervento di Progetto

## **2. 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. 17/01/2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n.7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- UNI EN 1998-1:2005 - Eurocodice 8. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

### **3. 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 3,40mslm.

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

#### **3.1. 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, poggiati 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 pareti monolitiche in c.a. per raggiungere buone prestazioni in ambito acustico ed antincendio.

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, coperti da strato di ghiaietto da 6cm.

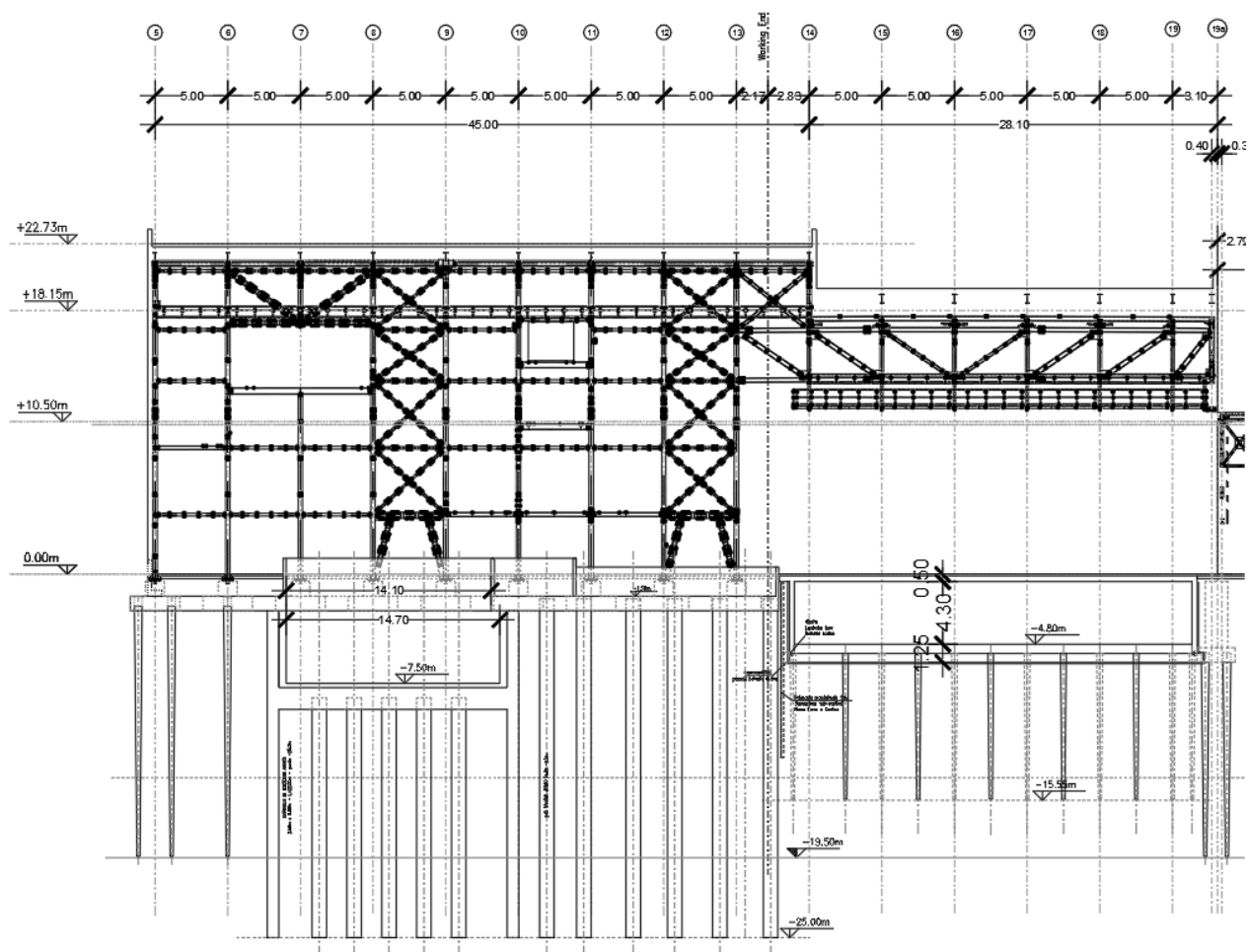


Figura 4: Sezione longitudinale

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;
- Corpo Ausiliario Nord, a servizio del Forno;
- Macchine Formatrici.

### 3.2. FORNO

L'ambiente principale ha le dimensioni in pianta di 28.20m per 42m, ed un'altezza al colmo di 22.50m; concepito specificatamente per ospitare l'imponente macchina esso deve contenere una *fossa camere* (14.7mx19m) della profondità di 7.50m sul piano di calpestio, all'interno della quale questo risulterà adagiato.

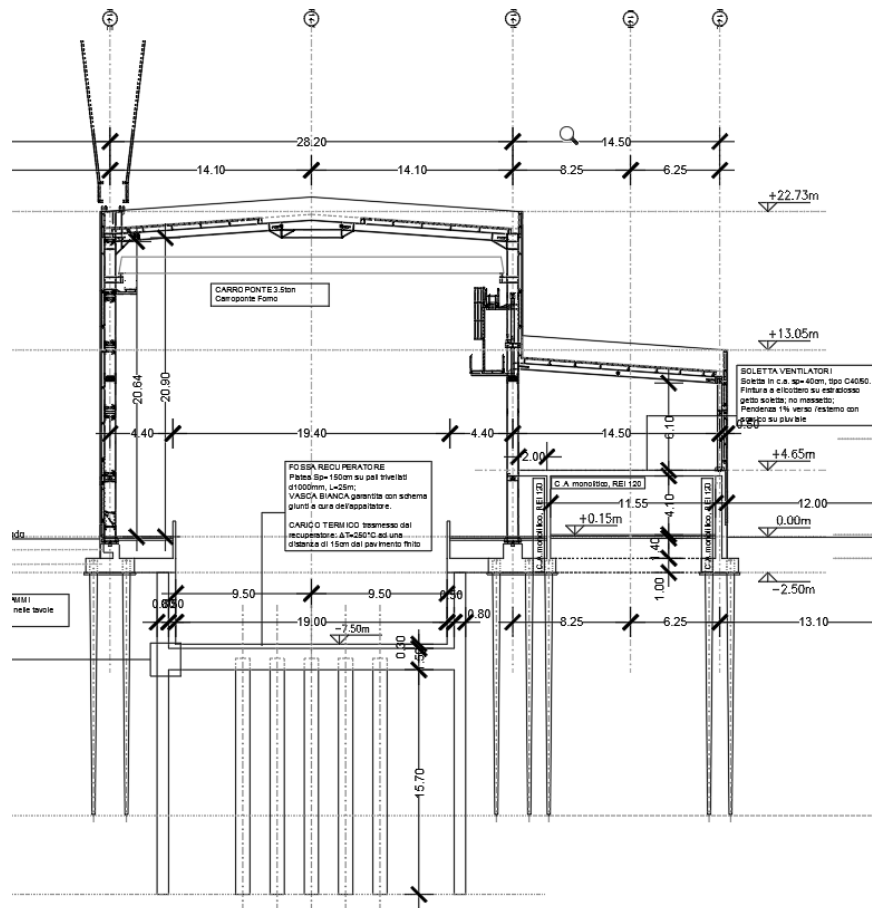


Figura 5: sezione trasversale Forno (Recuperatore)

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 (30cm) e per l'alloggiamento di tutti gli impianti necessari alla conduzione delle attività (1,20m); 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 diaframmi o 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 50cm).

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 berlinese, sarà ricavata da un'apposita struttura in c.a., con platea da 100cm.

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

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

### 3.3. ZONA MACCHINE FORMATRICI

Il secondo corpo costituente la fabbrica del forno, è quello che ospita le macchine formatrici: le dimensioni sono 31m per 56m, per un'altezza al colmo di 19m.

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.

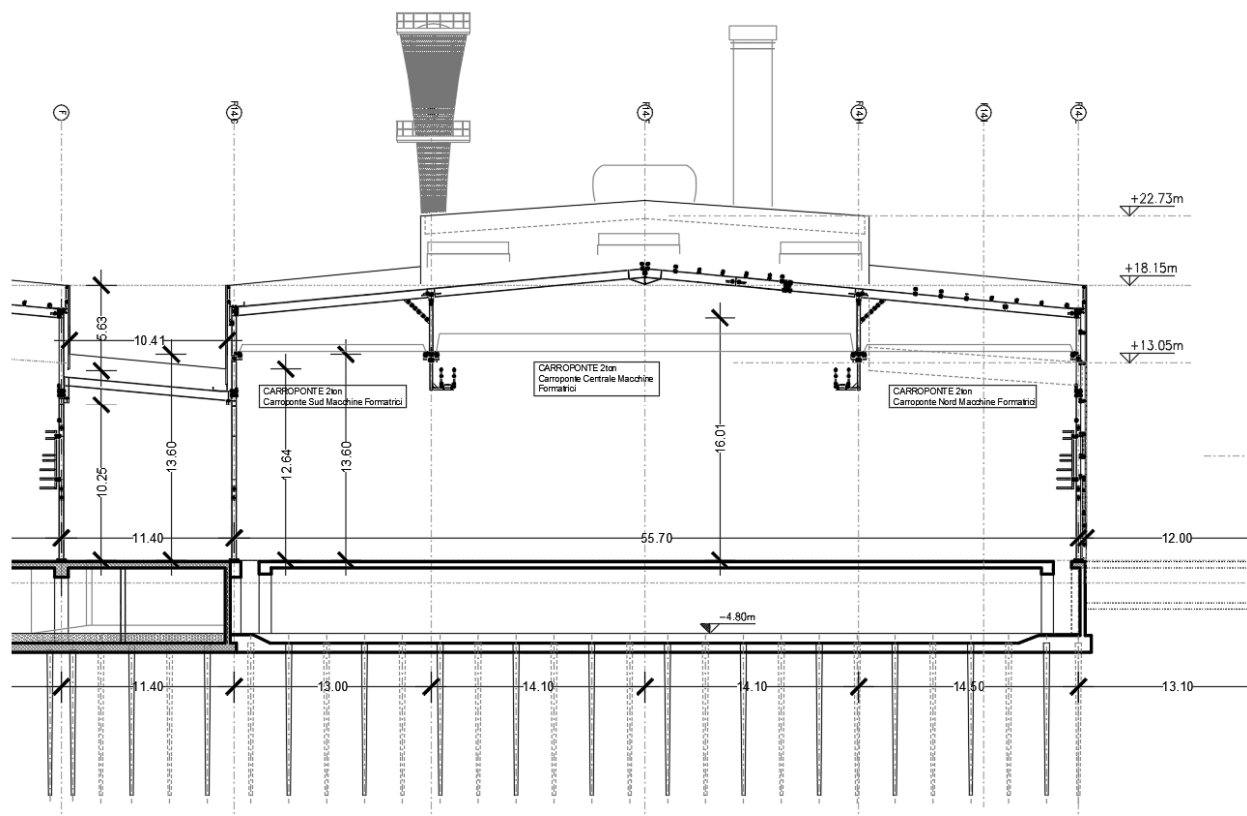


Figura 6: Sezione trasversale Macchine Formatrici e Cantina

La struttura dell'ambiente macchine formatrici deve inoltre fronteggiare la presenza dell'impianto fotovoltaico di cui già accennato per l'ambiente del forno, e la 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.).

### ***3.3.1. Soluzione tecnica***

---

Lo scavo in progetto ha profondità rispetto al piano campagna di circa 6.00 m ed il sostegno previsto è costituito da una paratia verticale formata da palancole tipo Larssen con tiranti inclinati a tergo del paramento che costituiscono un vincolo alle deformazioni di testa del paramento.

I tiranti a tergo delle palancole sono inclinati di 30° rispetto al piano orizzontale.

In particolare la struttura che si verificherà a seguire sarà così composta:

Parete verticale: palancole Larssen tipo 606 lunghezza L=12.00 m;

Tiranti: tiranti del 1° ordine formati da n°3 trefoli ciascuno, inclinati di 30° rispetto all'orizzontale e della lunghezza L=20.00 m realizzati alla profondità di -1.50 m dal piano campagna.

### ***3.3.2. Soluzione Operativa***

---

Si prevede di eseguire l'intervento secondo le seguenti fasi operative:

1. Infissione palancole;
2. Abbassamento della falda a quota almeno pari a -6.50 m dal piano campagna;
3. Scavo -1.50 m;
4. Esecuzione tiranti inclinati dove necessario;
5. abbassamento della falda a fondo scavo con idoneo sistema di drenaggio; al fine di contenere le spinte si è ipotizzato un abbassamento della falda anche a tergo del palancolato.
6. scavo fino alla quota di -6.00m;
7. getto del magrone di fondazione.

Per evitare la nascita di piccole deformazioni lungo il palancolato si consiglia di effettuare il getto del magrone di fondazione nei tempi immediatamente successivi allo scavo di - 6.00 m.

### 3.4. 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 4.65m 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 soletta piena in calcestruzzo da 40cm.

Le fondazioni consistono in travi continue su pali di spessore 1m, con letto di posa a 2,5m dal piano di calpestio (0,90 mslmm).

## 4. MATERIALI UTILIZZATI

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

<b>Laminato a caldo (<math>t &lt; 40 \text{ mm}</math>)</b>		<b>S 355 JR</b>
$f_{yk}$		355 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$		510 N/mm <sup>2</sup>
$v$		0,30 adim
$G_s$		80769 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$		210000 N/mm <sup>2</sup>
$G_s$		1,05 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	338,1 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon$	$v(235/f_{yk})$	0,81 adim

## 5. DEFINIZIONE DELLE AZIONI PRINCIPALI

La progettazione strutturale del fabbricato è stata svolta in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 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. 17/01/2018.

### 5.1. PARAMETRI FONDAMENTALI DELL'AZIONE SISMICA

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:

#### PARAMETRI SISMICI DI BASE

##### Parametri fondamentali:

Con riferimento al D.M. 17/01/2018

Vita Nominale della costruzione (Tab. 2.4.I)	$V_N$	50 anni
Classe d'uso (punto 2.4.2)	Classe	II
Coefficiente d'uso (Tab. 2.4.II)	$C_u$	1 adim
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R = V_N C_u$	50 anni
Categoria di Sottosuolo (Tab. 3.2.II)	Cat.	C
Categoria Topografica (Tab.3.2.III)	Cat.	T1
Coefficiente di amplificazione Topografica (Tab 3.2.V)	$S_T$	1 adim
Fattore di smorzamento, con $\alpha = 5\%$ (Eq. 3.2.7)	$\eta$	1 adim
Fattore di comportamento (per spettri anelastici)	$q$	1 adim

##### Descrizione della Località:

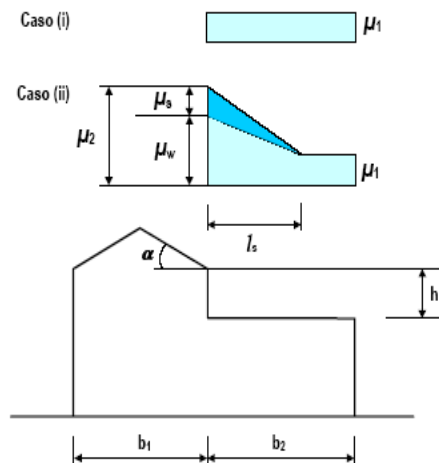
Fossalta di Portogruaro (VE), Viale Ita Marzotto

Latitudine (ED50)	45,7684 °
Longitudine (ED50)	12,8985 °
Quota sul livello medio del mare	4,0 mslmm

##### Parametri sismici, valutati mediante: Spettri NTC'08.xlsx, fornito dal Ministero LLPP

Stato Limite	$P_{VR}$ [%]	$T_R$ [s]	$a_g/g$ [adim]	$F_0$ [adim]	$T_C^*$ [s]	$S_S$ [adim]	$C_c$ [adim]
SLO	81%	30	0,0325	2,575	0,217	1,50	1,74
SLD	63%	50	0,0392	2,615	0,260	1,50	1,64
SLV	10%	475	0,0974	2,596	0,370	1,50	1,46
SLC	5%	975	0,2600	2,594	0,410	1,30	1,41



**CARICHI ACCIDENTALI AMBIENTALI - Generalità****NEVE****LOCALITA'** Fossalta di Portogruaro (VE), Viale Ita Marzotto**ZONA** II**QUOTA**  $a_s = 4,0 \text{ mslmm} \Rightarrow a < 200 \text{ mslmm}$ Carico della neve al suolo  $q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ Coefficiente di Esposizione  $C_E = 1,00 \text{ adim.}$ Coefficiente Termico  $C_t = 1,00 \text{ adim.}$ Prodotto  $1,00 \text{ kN/m}^2$ **Carico da neve su coperture in assenza di fenomeni di accumulo** $\alpha = 4,00^\circ < 30^\circ$  $\mu_1(\alpha) = 0,80$  $q_s = \mu_1 C_E C_t q_{sk} = 0,80 \text{ kN/m}^2$ **Carico da neve su coperture in presenza di fenomeni di accumulo** $\mu_1 = 0,80$  $\mu_s = 0,00$  $q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$  $\alpha = 4,0 < 15^\circ$  $\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$  $b_1 = 28,20 \text{ m}$  $b_2 = 14,50 \text{ m}$  $h = 9,70 \text{ m}$  $l_s = 15,0 \text{ m}$ **Caso (i)** $m_1 = 0,80$  $Q = 0,80 \text{ kN/m}^2$ **Caso (ii)** $\mu_{w1} = (b_1 + b_2)/2h = 2,20$  $\mu_{w2} = \gamma h / q_{sk} = 19,40$  $\mu_{w3} = 4,00$  $\mu_w = \min(\mu_{wi}) = 2,20$  $\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 2,20$  $\mu_1 = 0,80$  $\mu_1^* = 0,85$  $Q_{\min} = q_{sk} m_1^* = 0,85 \text{ kN/m}^2$  $Q_{\max} = q_{sk} m_2 = 2,20 \text{ kN/m}^2$  $Q_{\text{medio}} = 1,52 \text{ kN/m}^2$ **Copertura corpo ausiliario Nord**

**VENTO****ZONA 1 Parametri generali**

$V_b =$	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
$z_0 =$	0,10 m
$z_{min} =$	5,00 m

**CAPANNONE FORNO**

$z_{max} =$	23,00 m
$C_d =$	1
$C_t =$	1
$C_e(z_{max}) = k_r^2 c_t \ln(z_{max}/z_0) [7 + c_t \ln(z_{max}/z_0)] =$	2,71
$C_e(z_{min}) = k_r^2 c_t \ln(z_{min}/z_0) [7 + c_t \ln(z_{min}/z_0)] =$	1,71

**pareti sopravvento (cp=0,8)**

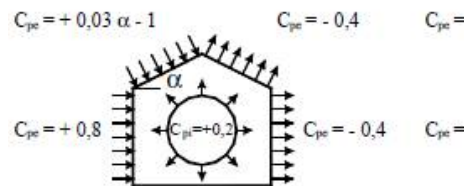
$$p = q_b C_e C_d C_p = \boxed{0,85} \text{ kN/m}^2$$

**pareti sottovento (cp=0,4)**

$$p = q_b C_e C_d C_p = \boxed{0,42} \text{ kN/m}^2$$

**copertura (cp=0,4)**

$$p = q_b C_e C_d C_p = \boxed{0,42} \text{ kN/m}^2$$



Si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno del fabbricato

**CAPANNONE FORNO - Copertura principale a due falde a quota +21,50m (p=7%)****Pesi propri dei materiali strutturali  $G_{k1}$** 

Inclinazione della falda: $\alpha =$	4,00 °	kN/m <sup>2</sup>
Strato in ghiaietto D16/20mm, Sp=6cm		1,00
TNT protettivo 200g/mq		0,02
Pannello sandwich greco con lana di roccia Sp=5cm		0,30
Arcarecci IPE160		0,30
		<b>1,62</b>

**Carichi permanenti non strutturali  $G_{k2}$** 

	kN/m <sup>2</sup>
Nessun carico permanente non strutturale	1,50
	<b>1,50</b>

**Carichi accidentali**

	kN/m <sup>2</sup>
Carico da Neve	0,80
Carico da Vento	0,42
Carico accidentale da Utenza, Cat. H "Coperture praticabili per sola manutenzione"	0,50
	<b>Q max 0,80</b>

**CARICO PERMANENTE:**

$G_k = G_{k1} + G_{k2} = 3,12$

**CARICO PERMANENTE IN PROIEZIONE :**

$G'k = G_k / \cos \alpha = 3,13$

**CARICO VARIABILE (Q max) :**

$Q_k = 0,80$

**CAPANNONE FORNO - Copertura corpo Ausiliare Nord a quota +13,0m (p=7%)****Pesi propri dei materiali strutturali  $G_{k1}$** 

Inclinazione della falda: $\alpha =$	4,00 °	kN/m <sup>2</sup>
Strato in ghiaietto D16/20mm, Sp=6cm		1,00
TNT protettivo 200g/mq		0,02
Pannello sandwich greco con lana di roccia Sp=5cm		0,20
		<b>1,22</b>

**Carichi permanenti non strutturali  $G_{k2}$** 

	kN/m <sup>2</sup>
Aeratore lineare ed impianti appesi	1,50
	<b>1,50</b>

**Carichi accidentali**

	kN/m <sup>2</sup>
Carico da Neve	1,52
Carico da Vento	0,42
Carico accidentale da Utenza, Cat. H "Coperture praticabili per sola manutenzione"	0,50
	<b>Q max 1,52</b>

**CARICO PERMANENTE:**

$G_k = G_{k1} + G_{k2} = 2,72$

**CARICO PERMANENTE IN PROIEZIONE :**

$G'k = G_k / \cos \alpha = 2,73$

**CARICO VARIABILE (Q max) :**

$Q_k = 1,52$

**CAPANNONE FORNO - Soletta ventilatori corpo Ausiliare Nord a quota +4,65m*****Pesi propri dei materiali strutturali  $G_{k1}$*** 

	kN/m <sup>2</sup>
Soletta in c.a. Sp=40cm	10,00
	<b>10,00</b>

***Carichi permanenti non strutturali  $G_{k2}$*** 

	kN/m <sup>2</sup>
Impianti - ventilatori	2,50
	<b>2,50</b>

***Carichi accidentali***

	kN/m <sup>2</sup>
Carico da Neve	0,00
Carico da Vento	0,00
Carico accidentale da Utenza, Cat. E2 "Ambienti ad uso industriale"	2,00
	<b>2,00</b>
	Q max
	<b>2,00</b>

**CARICO PERMANENTE:**

$$G_k = G_{k1} + G_{k2} = 12,50$$

**CARICO VARIABILE (Q max) :**

$$Q_k = 2,00$$

## 6. VERIFICA DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI

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.

