



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 di fondazione
comprese Fossa Forno, Fossa Recuperatore e Cantina

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
3.4. Macchine ausiliarie.....	11
4. MATERIALI UTILIZZATI	11
5. DEFINIZIONE DELLE AZIONI PRINCIPALI	14
5.1. Parametri fondamentali dell'Azione Sismica	14
6. VERIFICA DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI	15
6.1. Cantina macchine formatrici	15
6.2. Elementi di fondazione	15

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".

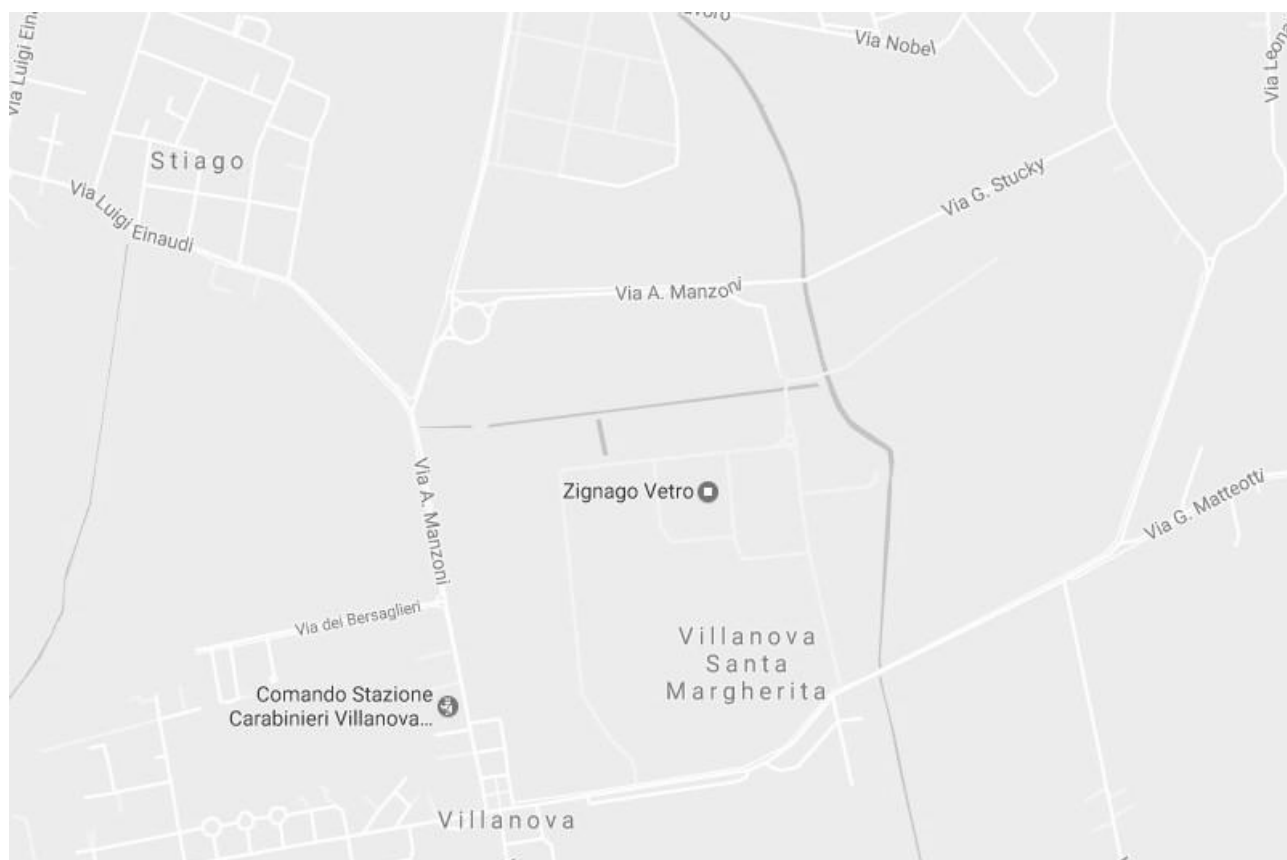


Figura 1: Individuazione dell'intervento



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, 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 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.

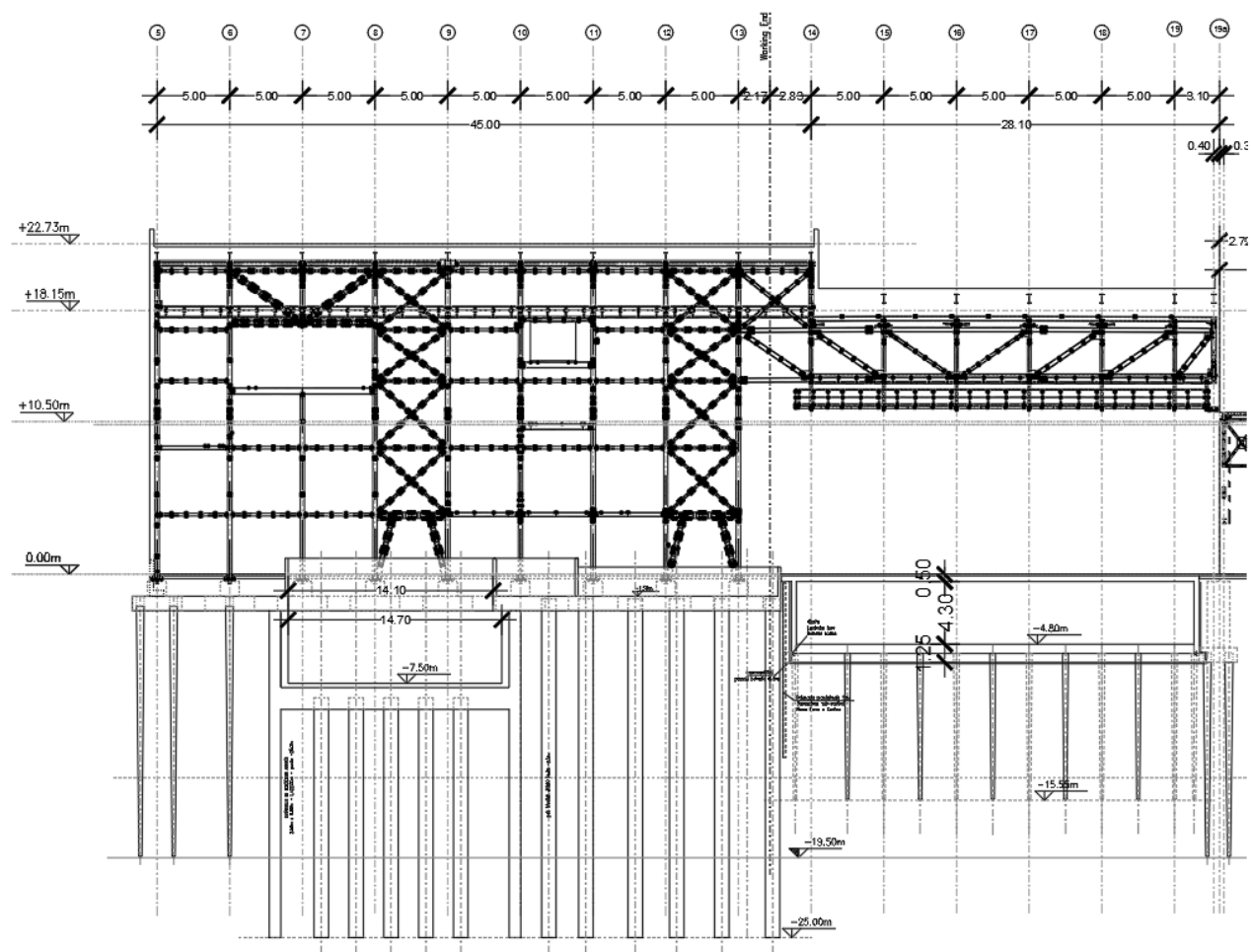


Figura 4: Sezione longitudinale

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.

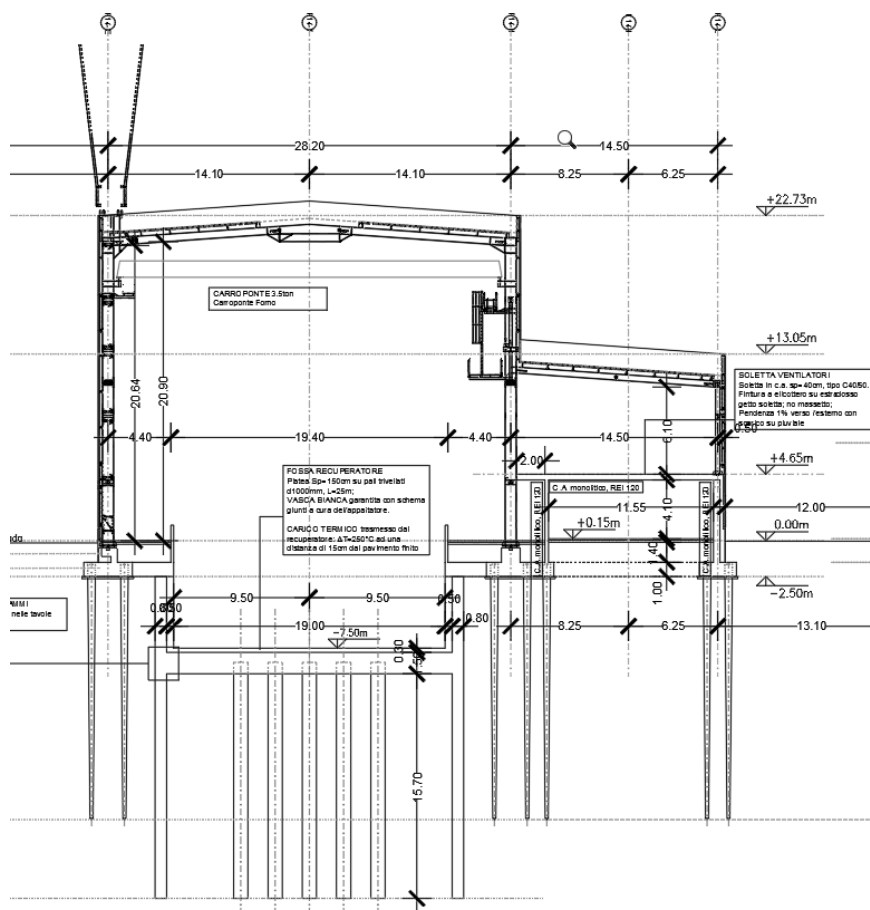


Figura 5: sezione trasversale Forno (Recuperatore)

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.

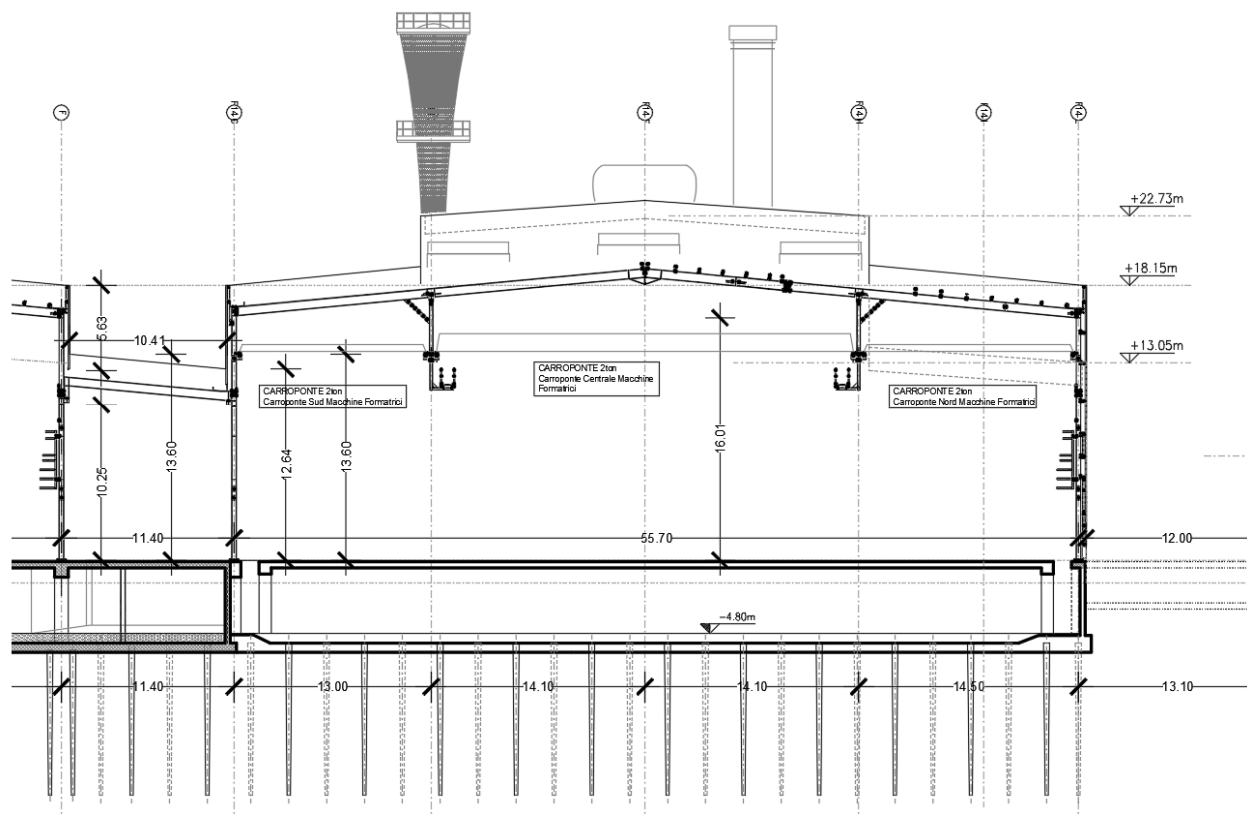


Figura 6: Sezione trasversale Macchine Formatrici e Cantina

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:

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo adottato	<i>Pali trivellati e diaframmi di fondazione (XC-4)</i>	<i>Fondazioni e strutture in elevazione (XC-4)</i>	<i>Soletta Cantina (XC-4)</i>
	C32/40	C32/40	C40/50
R_{ck}	40,00 N/mm ²	40,00 N/mm ²	50,00 N/mm ²
f_{ck}	32,00 N/mm ²	32,00 N/mm ²	40,00 N/mm ²
f_{cm} $f_{ck} + 8$	40,00 N/mm ²	40,00 N/mm ²	48,00 N/mm ²
f_{ctm} $0,3 f_{ck}^{2/3}$	3,02 N/mm ²	3,02 N/mm ²	3,51 N/mm ²
$f_{ctk(0,05)}$ $0,7 f_{ctm}$	2,12 N/mm ²	2,12 N/mm ²	2,46 N/mm ²
f_{bk} $2,23 \eta f_{ctk}$, con $\eta=1$	4,72 N/mm ²	4,72 N/mm ²	5,48 N/mm ²
E_c $22000 (f_{cm}/10)^{0,3}$	33346 N/mm ²	33346 N/mm ²	35220 N/mm ²
g_c	1,5 N/mm ²	1,5 N/mm ²	1,5 N/mm ²
f_{cd} $0,85 f_{ck}/g_c$	18,13 N/mm ²	18,13 N/mm ²	22,67 N/mm ²

5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E MODELLO STRATIGRAFICO

Documenti di riferimento

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono state esaminate n°7 prove penetrometriche statiche e n°1 sondaggio eseguiti dalla SRV Indagini Geologiche S.r.l. di Latisana (UD) nell'aprile 2017 nell'area soggetta all'intervento. Le prove penetrometriche sono state spinte fino alla profondità compresa tra 20 e 30 m dal piano campagna mentre il sondaggio fino alla profondità di 40 m dal piano campagna.

Descrizione stratigrafica:

Quota falda: -1.50 m

STRATO A Da quota 0.00 m a quota -1.50 m Argille

$cu = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

fuori falda

Peso specifico 16 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 20^\circ$$

STRATO A' Da quota -1.50 m a quota -3.00 m Argille

$$c_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

in falda

Peso specifico 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 20^\circ$$

STRATO B' Da quota -3.00 m a quota -6.00 m

Sabbie

In falda

Peso specifico immerso 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 28^\circ$$

STRATO A' Da quota -6.00 m a quota -7.00 m Argille

$$c_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

in falda

Peso specifico 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 20^\circ$$

STRATO B' Da quota -7.00 m a quota -7.50 m Sabbie

In falda

Peso specifico immerso 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 28^\circ$$

STRATO A' Da quota -7.50 m a quota -9.00 m Argille

$$c_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

in falda

Peso specifico 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 20^\circ$$

STRATO C' Da quota -9.00 m a quota -12.00 m Sabbie

In falda

Peso specifico immerso 11 kN/mc

$$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 33^\circ$$

6. 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.

6.1. 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)	η	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



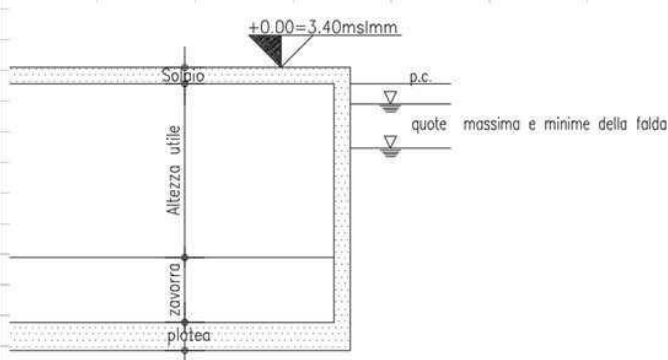
7. VERIFICA DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI

7.1. 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.

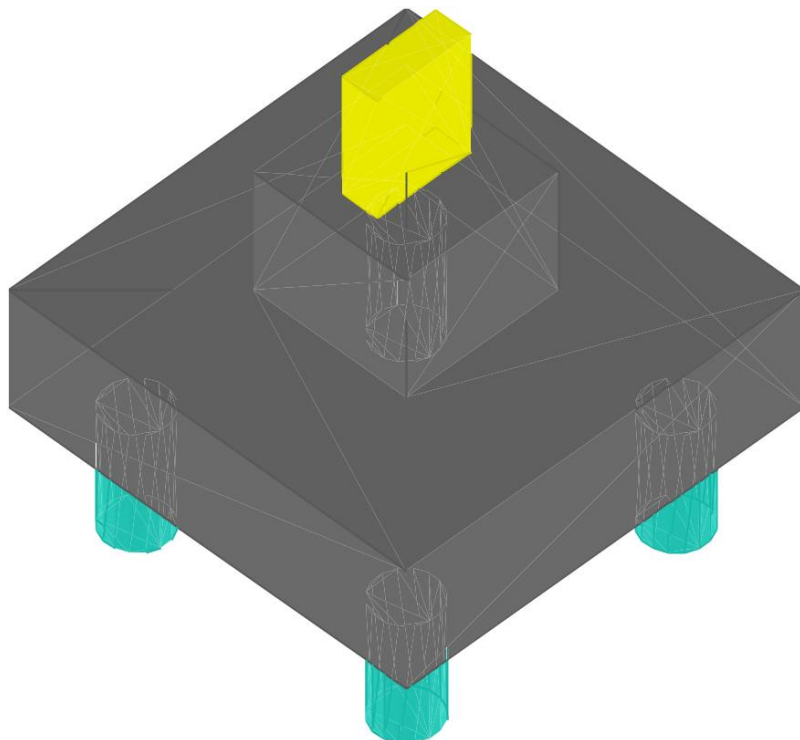
La scelta per il bilancio tra le due soluzioni ha seguito criteri economici e viene di seguito riproposta:

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		
Coefficienti di sicurezza adottati (Verifica UPL)			
Peso proprio favorevole	0,9 adim.		
Peso proprio sfavorevole	1,1 adim.		
Resistenza all'estrazione del singolo palo	1,6 adim.		
Azioni stabilizzanti:			
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		
Parziale di progetto	38,43 kN/mq		
Resistenza all'estrazione dei pali	16,43 kN/mq		
TOT di progetto	54,86 kN/mq		
Spinta idrostatica:			
	49,50 kN/mq		
TOT di progetto	54,45 kN/mq		

7.2. ELEMENTI 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 del plinto tipo a sostegno della struttura dell'ambiente del *Forno*, il quale non abbia anche da sopportare il carico del controvento.

Si tratta 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.



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.f.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 raro"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 199.2 of lim. 3600

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 14.39

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	σF	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 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: oc 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	σC	wd	Verifica
SLE QP 2	-94152	-148045	7298	NO	-6	0	SI
SLE QP 1	-81964	-147142	-428	NO	-5.2	0	SI

7.3. FOSSA FORNO

Descrizione dell'elemento

L'intervento prevede la realizzazione di un palancolato provvisorio a protezione dello scavo per la realizzazione di un vano interrato destinato alle macchine formatrici nell'ambito dell'ampliamento della Vetreria "Zignago Vetro" di Fossalta di Portogruaro(VE).

L'opera dovrà avere breve durata e dovrà permettere esclusivamente la realizzazione dei muri della zona interrata.

Per ogni altra funzione attribuita all'opera in questione il palancolato dovrà essere riverificato con le nuove condizioni di carico.

Il livello della falda nel terreno è stato assunto pari ad -1.50 m dal p.c..

In caso di forti e/o prolungati periodi di pioggia il livello di falda può variare, sarà dunque opportuno verificare che la falda si mantenga ad un livello inferiore o uguale a 1.50 m dal p.c. prima di eseguire lo scavo.

La quota dello scavo è assunta pari a 6.0 m dal piano lavoro che corrisponde alla quota 0.00 della prova CPTU n°FC presa a riferimento. Prima di realizzare lo scavo dovrà essere abbassata la falda fino a quota almeno pari a -6.00 m dal piano campagna.

Secondo quanto indicato al paragrafo 2.4.1 e Tabella 2.4.I delle Norme Tecniche 2018 le opere provvisorie sono da considerarsi di TIPO 1 e per una vita nominale dell'opera inferiori a 2 anni le verifiche sismiche possono essere omesse.

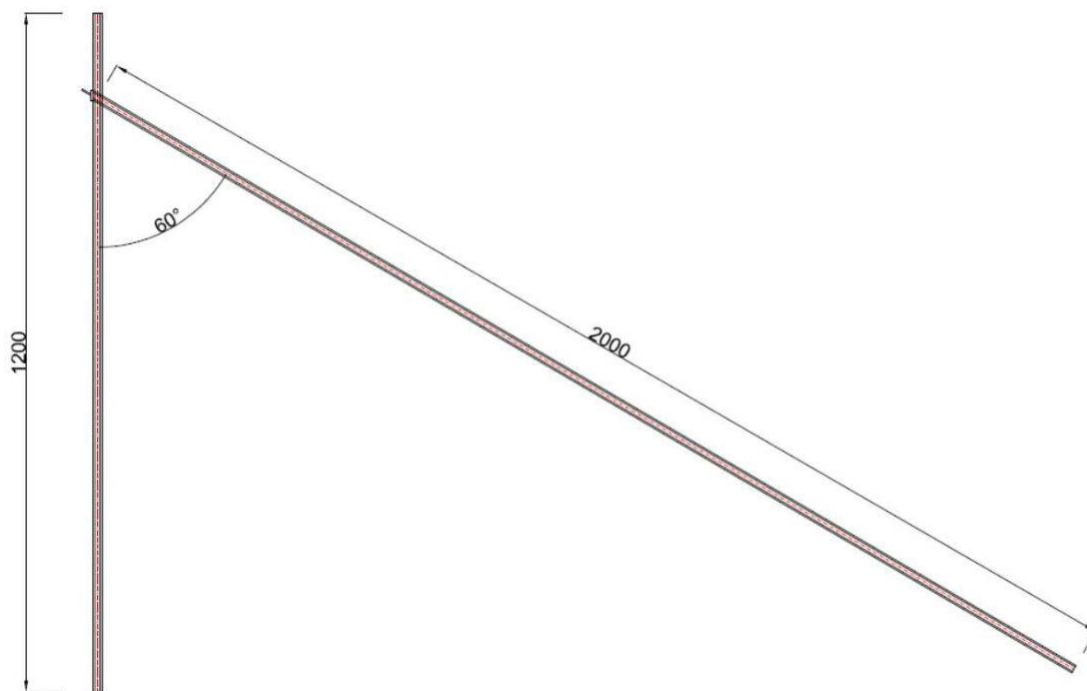
L'opera oggetto di questa relazione dovrà dunque essere mantenuta in funzione per un periodo inferiore a due anni, salvo il ricalcolo della stessa comprendendo le azioni sismiche relative al sito.

CALCOLO DELLA PARATIA

La paratia viene calcolata con programma automatico DIAF della σ_c soft di Padova che adotta, quale metodo di calcolo, la tecnica delle differenze finite applicata all'equazione differenziale del quart'ordine tipica di una trave elastica su suolo elastico alla Winkler. Qui il terreno viene schematizzato con delle molle a comportamento elasto-plastico, parametrizzate mediante le pressioni limite attiva P_a e passiva P_p , la pressione a riposo P_0 e il coefficiente di spinta orizzontale K_h che caratterizza la fase elastica.

Mettendo in conto le plasticizzazioni del terreno, il programma permette di inserire ed analizzare l'effetto di eventuali isteresi dovute alle diverse fasi di costruzione del diaframma. In tal senso diviene importante individuare quel criterio di lavorazione che rende minimo lo stato deformativo e di sollecitazione del diaframma.

Il programma genera automaticamente le combinazioni di carico secondo le indicazioni del capitolo 6 del DM17/01/2018.



I parametri di calcolo utilizzati sono:

Parete verticale

la paratia viene realizzata con palancole Larssen tipo 606 L=12.00 metri.

$$J = 543.7 \text{ cm}^4/\text{cm}$$

$$E = 2140700 \text{ kg/cmq}$$

Tiranti

A tergo della parete verticale vengono realizzati dei tiranti inclinati della lunghezza di 20.00 m ad interasse di 2.40 m inclinati di 30° rispetto all'orizzontale.

Nel modello vengono rappresentati da una molla che entra in funzione dopo la realizzazione della trave di coronamento.

La costante elastica della molla viene così calcolata:

$$k \left[\frac{\text{kg cm}}{\text{cm}} \right] = \frac{\frac{A \cdot E}{L - L_a}}{i} \cdot 2 \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

Dove:

$$A[\text{cmq}] = 3.63$$

$$E[\text{kg/cmq}] = 2100000$$

$$L[\text{cm}] = 2000$$

$$L_a[\text{cm}] = 1450$$

$$I[\text{cm}] = 240$$

$$\alpha = 60^\circ$$

area sezione trefolo

modulo elastico acciaio

lunghezza tirante

lunghezza di amarro (ricavata nei paragrafi seguenti) interasse tiranti inclinati

angolo d'inclinazione rispetto alla verticale del tirante

$$k = \frac{\frac{3.63 \text{ cm}^2 \cdot 2100000 \text{ kg/cm}^2}{2000 \text{ cm} - \frac{1450 \text{ cm}}{2}}}{240} \cdot \cos 30^\circ = 21.57 \frac{\text{kgcm}}{\text{cm}} \approx 21 \text{ kg} = 0.21 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Carichi permanenti/accidentali

Non sono stati considerati carichi accidentali agenti a tergo del palancolato.

I valori ottenuti dal calcolo eseguito vengono di seguito riportati.

a . S P O S T A M E N T I

Come indicato al paragrafo 6.5.3.2 del DM17/01/2018 gli spostamenti vengono stimati con verifiche agli Stati Limite d'Esercizio e risultano:

SLE	Spostamento _{max} (cm)
Combinazione rara	1.2

b . S O L L E C I T A Z I O N I

Calcolate secondo le due combinazioni di coefficienti indicate al paragrafo 6.5.3.1.2.

SLU	M _{max} (kg·cm/cm)	T _{max} (kg/cm)
Combinazione 1	28688	121

c . V E R I F I C A D E L L A P A R E T E V E R T I C A L E

Viene eseguita la verifica a flessione secondo il paragrafo 4.2.4.1 del DM14/01/2008, controllando che il momento di progetto sia minore del momento resistente. Il momento resistente della sezione si determina con la seguente formula:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,yk} \cdot f}{\gamma_{M0}} = \frac{2500 \text{ cm}^3 \cdot 35.5 \text{ kN/cm}^2}{1.05} = 59166 \text{ kgm} = 591.66 \text{ kNm}$$

Nella quale W_{pl} è il modulo resistente della singola palancola, f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio e γ_{m0} è il coefficiente di riduzione secondo le Norme Tecniche 2008.

Il momento sollecitante di progetto M_{ed} pari a 286.88 kNm risulta quindi inferiore al momento resistente pari a 591.66 kNm.

d. Dimensionamento dei tiranti inclinati

La sollecitazione di trazione agente sui micropali inclinati è data dalla relazione

$$T_d = T_{max} \times i \times \frac{1}{\sin \alpha}$$

con

i = interasse tiranti inclinati

α = inclinazione tiranti rispetto la verticale

$$T_d = \frac{121 \text{ kg/cm} \times 240 \text{ cm}}{\sin 60^\circ} = 33532 \text{ kg} = 335.3 \text{ kN}$$

tirante *tirante*

Il calcolo della portata utile del tirante è stato effettuato utilizzando le usuali correlazioni che suddividono il terreno in strati di caratteristiche omogenee desunti dalle prove penetrometriche eseguite e considerando solo il tratto di palo esterno alla zona di spinta attiva a monte della paratia.

La parete verticale è composta da palancole Larssen di lunghezza 20.00 m.

Sulla base dei dati geologici in nostro possesso si è scelto per il calcolo del cuneo di spinta un angolo d'attrito pari a 33°.

Noto che l'inclinazione sulla verticale del cuneo di spinta è pari a $45^\circ - 33^\circ / 2 = 28.5^\circ$ (assumiamo a favore di sicurezza un angolo di 30°), lo spessore di terreno da non considerare risulta quindi pari a circa 2.6 m.

Ad essa corrisponde un tratto di micropalo pari a $2.6 / \cos 60^\circ = 5.2$ m, approssimato a 5.5 m che non sarà considerato nel conto.

Si osserva che il micropalo d'ancoraggio arriva ad una profondità pari a $1.5 + (20 \cdot \cos 60^\circ) = 11.50$ m.

Metodo Bustamante e Doix

La portata di un singolo elemento si può calcolare con la relazione:

$$Q_l = D_{ii} \pi L q_s$$

D_i = diametro efficace dipendente dal tipo di terreno, dalla pressione di iniezione e proporzionale al diametro di perforazione; $\alpha_0 \times D$. A favore della sicurezza assumiamo un

Il valore di resistenza limite ottenuto dalle predette formule è da ritenersi un valore di calcolo da cui si dovranno estrapolare, secondo normativa (D.M. 14 gennaio 2008 6.4.3.1.1), prima il valore caratteristico $R_{a,k}$ e poi i valori di progetto $R_{a,d}$ della resistenza del tirante.

Riassumiamo di seguito i valori di capacità portante limite ottenuti per la prova CPTU FC (verticale considerata nel calcolo).

verticale	QI trz[kN]		
1	660		

Essendo la resistenza a sfilamento una resistenza a trazione non è stato considerato il contributo della punta.

Ricordiamo che, nel caso specifico dei tiranti, i valori dei parametri del terreno da prendere in considerazione sono coefficientati per tutti gli approcci secondo M1 (Tab. 6.2.II), come indicato al capitolo 6.6.2 del DM17/01/2018.

Per il calcolo dei **valori caratteristici** si dovranno applicare i fattori di correlazione ξ_i ; essi dipendono dalla metodologia usata per il calcolo, nel nostro caso:

E dal numero di verticali indagate che in questo caso vengono assunte pari a 1:

verticali	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Ricordando che le espressioni per il calcolo dei valori caratteristici indicati dalla normativa sono le seguenti:

$$R_{a,k} = \min \left\{ \frac{R_{a,cal}}{a_3}, \frac{R_{a,cal}}{a_4} \right\}$$

dalla quale si ottiene un valore di $R_{a,k}$ di 388,2 kN.

Per il calcolo della **resistenza di progetto** per i diversi stati limite si dovranno applicare i seguenti coefficienti di sicurezza parziali:

Tabella 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
Temporanei	$\gamma_{R,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{R,p}$	1,2

Ampliamento “Vetreria Zignago Vetro” di Fossalta di Portogruaro.

Forno 14 e Forno 11

PROGETTO DEFINITIVO

I coefficienti da applicare sono quelli indicati per i tiranti temporanei.

$$R = \frac{388.2kN}{\gamma_{Ra,p}^{a,d}} = \frac{388.2kN}{1.1} = 352.9kN$$

Il valore così ottenuto viene confrontato con la massima azione di progetto Td con riferimento alla combinazione A1+M1+R3 indicata al capitolo 6.6.2 del DM14/01/2008.

Il tirante risulta verificato.

Il tirante sarà realizzato con n°3 trefoli e con Betoncino RS30 per un diametro di 160mm m.r..