

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO

LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO

SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA

ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO – FONDAZIONE

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A B H 0 0 F 7 8 C L F A 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	PINI GROUP	Ottobre 2022	G. Romano S. Parnendola	Ottobre 2022	A. Amato S. Parnendola	Ottobre 2022	F. Sacchi 28/10/2022 ITA-FERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato DIREZIONE TECNICHE S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering Dott. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri Prov. di Roma n. 23/02/22

File: IABH00F78CLFA0000002A.docx

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	9
4	MATERIALI.....	10
4.1	CALCESTRUZZO MAGRONE C12/15.....	10
4.2	CALCESTRUZZO FONDAZIONE C25/30.....	10
4.3	CALCESTRUZZO STRUTTURA IN ELEVAZIONE E SOLAIO IN LASTRE PREDALLES C30/37.....	11
4.4	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C.....	11
4.5	COPRIFERRO	12
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	12
6	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	13
6.1	CARICHI PERMANENTI.....	13
6.1.1	<i>Travi e pilastri.....</i>	13
6.1.2	<i>Solaio copertura.....</i>	13
6.1.3	<i>Facciate e cornicioni.....</i>	14
6.2	CARICHI VARIABILI	14
6.3	AZIONI DELLA NEVE	14
6.4	AZIONI DEL VENTO	15
6.4.1	<i>Pressione normale</i>	15
6.4.2	<i>Pressione tangenziale.....</i>	16
6.5	VARIAZIONE TERMICA	17
6.6	AZIONE SISMICA	17

6.6.1	<i>Vita nominale</i>	17
6.6.2	<i>Classe d'uso</i>	18
6.6.3	<i>Periodo di riferimento per l'azione sismica</i>	18
6.6.4	<i>Azioni di progetto</i>	18
6.6.5	<i>Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche</i>	19
6.6.1	<i>Classe di duttilità, tipologia strutturale e fattore di struttura</i>	19
6.6.2	<i>Spettri di risposta</i>	20
7	CODICI DI CALCOLO	23
7.1	AFFIDABILITÀ DEL SOFTWARE	23
8	ANALISI DELLA STRUTTURA	24
8.1	MODELLO DI CALCOLO	24
8.2	DETERMINAZIONE COSTANTE DI WINKLER	27
8.3	ASSEGNAZIONE DEI CARICHI DI PROGETTO	28
8.1	ANALISI MODALE	33
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	36
8.3	CHIAVE DI LETTURA OUTPUT	41
8.4	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI	43
9	VERIFICA DELLA STRUTTURA	44
9.1	CRITERI DI VERIFICA	44
9.1.1	<i>Criteria di verifica delle sezioni in c.a. – SLE</i>	44
9.1.2	<i>Criteria di verifica delle travi – SLU</i>	46
9.1.3	<i>Criteria di verifica geotecnica - GEO</i>	49

9.2	VERIFICA DELLA PLATEA DI FONDAZIONE.....	49
9.2.1	Armatura minima.....	50
9.2.2	Dir.2 (trasversale).....	54
9.2.3	Dir.1 (longitudinale).....	59
9.2.4	Verifica a taglio.....	61
9.2.5	Incidenza delle armature.....	63
9.3	VERIFICA DELLA TRAVE DI FONDAZIONE.....	65
9.3.1	Armatura minima.....	66
9.3.2	Dir.2 (trasversale).....	67
9.3.3	Verifica a taglio.....	71
9.4	VERIFICA DELLE PARETI PERIMETRALI.....	74
9.4.1	Armatura minima.....	75
9.4.2	Dir.2 (verticale).....	76
9.4.3	Dir.1 (orizzontale).....	80
9.4.4	Verifica a taglio.....	90
9.4.5	Incidenza delle armature.....	93
9.5	VERIFICA DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE.....	98

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del Progetto di fattibilità tecnico-economica di ammodernamento e adeguamento alle STI SRT/ENE posizionamento delle apparecchiature STES per quattro gallerie di lunghezza maggiore a 1.000 m della linea ferroviaria Potenza - Foggia. Esso ha come oggetto la realizzazione di piazzali di emergenza e relative viabilità di accesso in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie Cardinale, Quattrocchi, Appennino e Pietracolpa facenti parte del Lotto 1.2- tratta Rocchetta-Potenza.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra tra le opere previste per i fabbricati tecnologici in progetto. In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento dell'edificio relativo al fabbricato tecnologico dei piazzali PT01, PT03, PT06, PT07, di dimensioni 19 m x 7 m. Per il dettaglio delle WBS e dei piazzali si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio. Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera. L'elaborato riguarda esclusivamente la verifica strutturale e geotecnica della fondazione.

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'edificio è costituito da un piano fuori terra e da una copertura piana. La struttura in elevazione è costituita da telai con pilastri e travi in cemento armato avente un ingombro in pianta di 18.0 m x 6.0 m. La fondazione ha un ingombro torale di 19.40 m x 7.40 m. Le travi di copertura "emergenti" hanno sezione 30 x 60 cm. Tutti i pilastri hanno sezione di base di 30 x 60 cm. I solai di copertura a campata continua sono tutti costituiti da solaio in lastre di predalles con orditura secondo il lato lungo dell'edificio; lo spessore totale del solaio di copertura è di 24 cm e comprende 4 cm di caldana superiore, 16 cm di alleggerimento e 4 cm di pannello di predalle inferiore. La fondazione prevista è costituita da una platea di fondazione di spessore pari a 50 cm e cordoli di ringrosso perimetrali e in corrispondenza delle pareti interne.

Si riportano di seguito piante e sezioni del fabbricato.

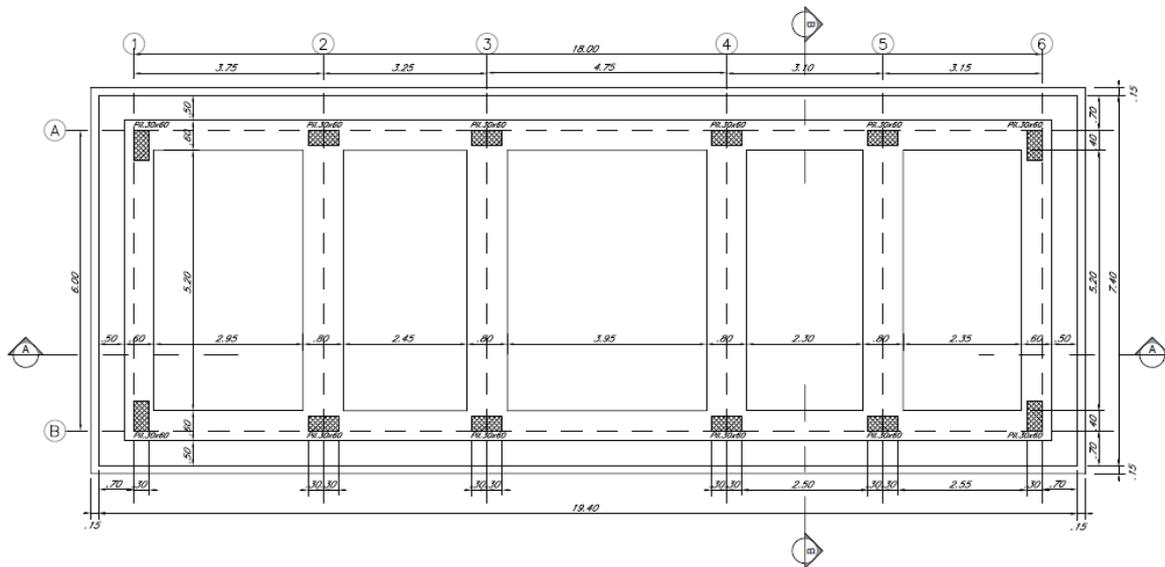


Figura 1 – Carpenteria fondazione

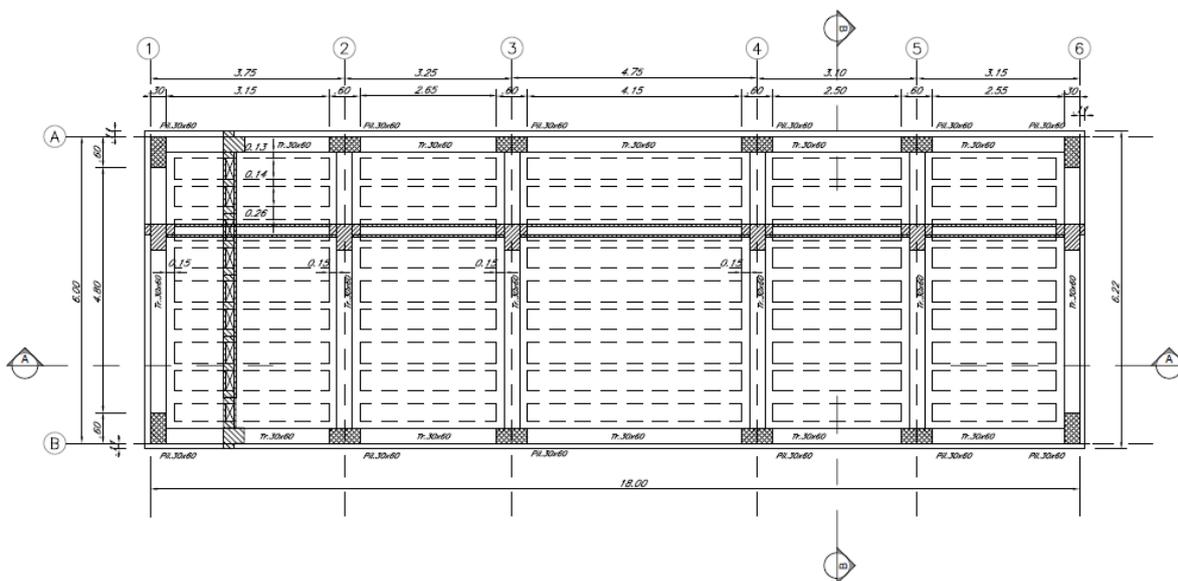


Figura 2 – Carpenteria copertura

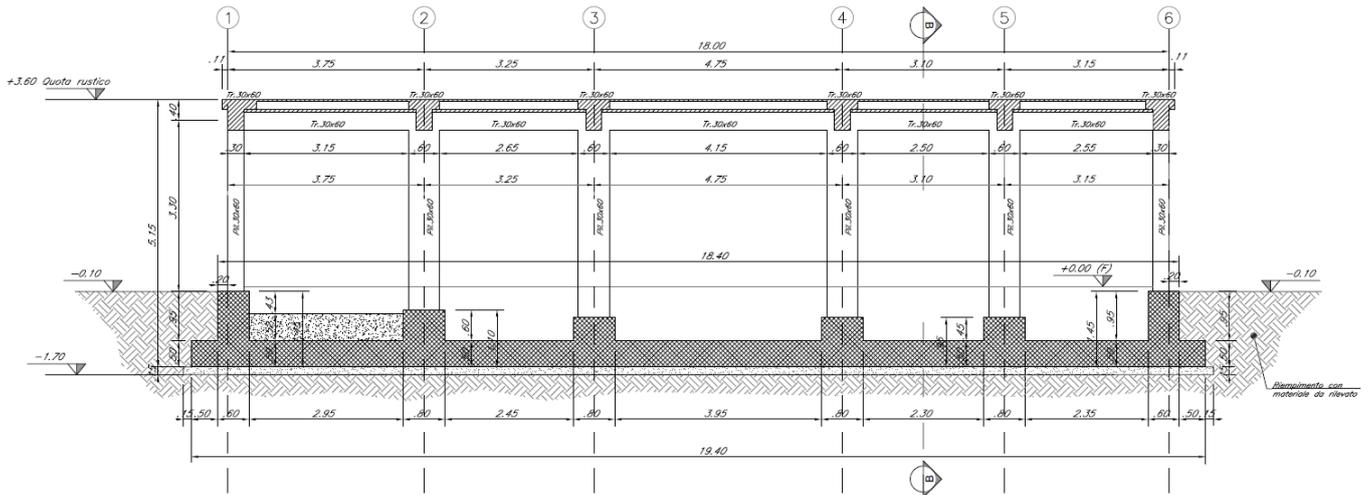


Figura 3 – Sezione A-A

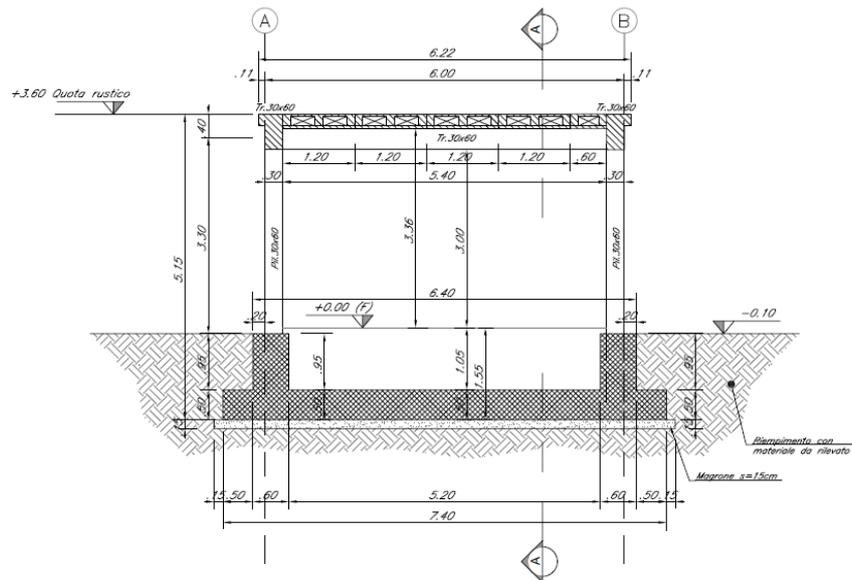


Figura 4 – Sezione B-B

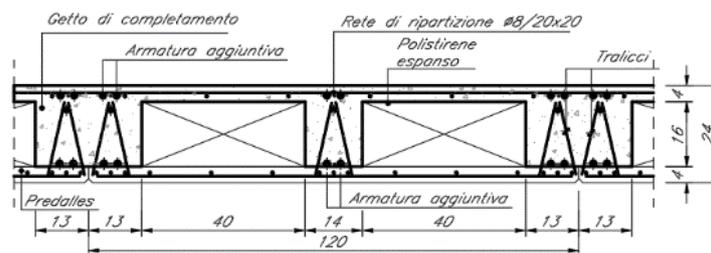


Figura 5 – Sezione solaio

3 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento.

Normative e Documenti tecnici generali

- Rif. [1] DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni' (nel seguito indicate come NTC18)
- Rif. [2] Circolare 21 gennaio 2019 n.7, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 27 alla G. U. n° 35 dell'11/2/2019 (nel seguito indicate come CNTC18)
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Documenti tecnici RFI e/o di ambito ferroviario

- Rif. [4] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E, Manuale di Progettazione delle Opere Civili Manuale di Progettazione delle Opere Civili
- Rif. [5] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- Rif. [6] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFI DTC SI SP IFS 001 E)

4 MATERIALI

4.1 Calcestruzzo magrone C12/15

CALCESTRUZZO C12/15	
$R_{ck} = 15.0 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 12.0 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica cilindrica
X0	classe di esposizione
S3	classe di consistenza slump

4.2 Calcestruzzo fondazione C25/30

CALCESTRUZZO C25/30	
$E_c = 31447 \text{ MPa}$	modulo di elasticità longitudinale
$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$	coefficiente di dilatazione termica
$\nu = 0.20$	coefficiente di poisson
$\alpha_{cc} = 0.85$	coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$R_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck} = 24.9 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa}$	resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk} = 1.79 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione semplice
$f_{ctm} = 3.07 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 2.15 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione per flessione
$f_{bk} = 4.03 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica tangenziale per aderenza

SLU	
$\gamma_c = 1.50$	coefficiente sicurezza
$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_c = 14.11 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_c = 0.83 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a trazione semplice (5%)

SLE	
$\sigma_{c,ad} = 0,55 f_{ck} = 13.70 \text{ MPa}$	combinazione rara
$\sigma_{c,ad} = 0.40 f_{ck} = 9.96 \text{ MPa}$	combinazione quasi permanente

4.3 Calcestruzzo struttura in elevazione e solaio in lastre predalles C30/37

CALCESTRUZZO C30/37	
$E_c = 33019 \text{ MPa}$	modulo di elasticità longitudinale
$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$	coefficiente di dilatazione termica
$\nu = 0.20$	coefficiente di poisson
$\alpha_{cc} = 0.85$	coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$R_{ck} = 37.0 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = 38.71 \text{ MPa}$	resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm} = 2.94 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk} = 2.06 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione semplice
$f_{ctm} = 3.53 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 2.38 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione per flessione
$f_{bk} = 4.63 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica tangenziale per aderenza
SLU	
$\gamma_c = 1.50$	coefficiente sicurezza
$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_c = 17.40 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_c = 0.96 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a trazione semplice (5%)
SLE	
$\sigma_{c,ad} = 0,55 f_{ck} = 16.89 \text{ MPa}$	combinazione rara
$\sigma_{c,ad} = 0.40 f_{ck} = 12.28 \text{ MPa}$	combinazione quasi permanente

4.4 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

ACCIAIO B450C	
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo di elasticità longitudinale
$f_{yk} = 450 \text{ Mpa}$	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 540 \text{ Mpa}$	tensione caratteristica di rottura
$A_{gtk} \geq 7.50\%$	allungamento
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 391.3 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo
SLU	
$\gamma_c = 1.15$	coefficiente sicurezza
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 391.3 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo
SLE	
$\sigma_{y,ad} = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$	combinazione rara

4.5 Copriferro

Con riferimento alla NOTA TECNICA: INDICAZIONI GENERALI RIGUARDANTI LE OPERE CIVILI (VITA NOMINALE, CONSIDERAZIONI SISMICHE, VERIFICHE ...) al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro netto) è stato assunto pari a 40 mm.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per il terreno di fondazione dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$E_o = 140 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio

Per quanto concerne il livello della falda non viene considerata ai fini del dimensionamento dell'opera in esame.

6 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 18.

Del peso proprio degli elementi strutturali, tiene conto il programma di calcolo che considera il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

- calcestruzzo armato 25 kN/m³

Si riportano di seguito le analisi dei carichi unitari agenti sulla struttura.

I valori delle azioni di seguito indicati sono stati considerati come valori caratteristici nelle verifiche agli stati limite.

6.1 Carichi permanenti

6.1.1 Travi e pilastri

Il peso proprio di travi e pilastri viene tenuto in conto automaticamente dal programma di calcolo.

6.1.2 Solaio copertura

G1 - Peso proprio solaio

Solaio prédalles (h = 0.24 m)

soletta: $25 \text{ kN/m}^3 \times 1.20 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} = 1.20 \text{ kN/m}^2$

travetto: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.40 \text{ m} \times 0.16 \text{ m} = 1.60 \text{ kN/m}^2$

prédalles: $25 \text{ kN/m}^3 \times 1.20 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} = 1.20 \text{ kN/m}^2$

EPS: $0.3 \text{ kN/m}^3 \times (1.20 - 0.4) \text{ m} \times 0.16 = 0.0384 \text{ kN/m}^2$

La somma di tali valori è 4.04 kN/m² riferita ad una fascia larga 1.20 m (larghezza singola prédalles), pertanto il carico relativo ad una fascia larga 1.00 m risulta pari a **3.37 kN/m²**.

G2 - Sovraccarichi permanenti

Massetto pendenza: $16 \times 0.10 = 1.60 \text{ kN/m}^2$

Impermeabilizzazione/impianti/pavimenti: 2.00 kN/m²

La somma di tali valori è pari a **3.60 kN/m²**.

6.1.3 Facciate e cornicioni

Si considerano tamponature costituite da:

Sl.no	Descrizione		Tipo	Densità kN\m3	Height of wall (m) = Storey Ht-Beam Depth =	Peso kN\m2	Carichi kN\m
	TIPOLOGIA	Spessore in (m)					
1	Mattoni facciavista	0.075	Pieno	17	1	1.28	1.28
2	Blocchi cavi in CLS vibrocompresso	0.145	CLS	12	1	1.74	1.74
3	Intonaco	0.02	Pieno	20	1	0.40	0.40
Tot:						3.42	3.42

Si adotta pertanto un peso proprio superficiale dei pannelli di tamponatura laterale pari a **3.42 kN/m²**.

L'azione viene ripartita in parti uguali tra le travi del solaio di copertura e la fondazione. L'assunzione di ripartizione delle azioni dovute alle tamponature in parti uguali tra le travi del solaio di copertura e le strutture di fondazione risulta senz'altro veritiera in termini di distribuzione delle masse inerziali presenti nel manufatto (e conseguentemente in termini di caratteristiche dinamiche della struttura e delle risultanti attese azioni sismiche).

Per quanto concerne il cornicione, invece, si conside un carico pari a **1.90 kN/m**.

6.2 Carichi variabili

Q – Sovraccarichi accidentali (cat. H1)

Il sovraccarico accidentale per la categoria Cat. H1 vale **0.50 kN/m²**.

6.3 Azioni della neve

Il carico da neve per superficie unitaria di copertura q_s viene valutato attraverso l'espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

μ_i è il coefficiente di forma della copertura e che nel caso in esame, trattandosi di copertura piana si assume pari a 0.8;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo; in mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, la norma fornisce un valore minimo di q_{sk} riferito ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per la zona III (Potenza) e per una quota del suolo sul livello del mare maggiore di 200 m si assume $q_{sk} = 0.51 [1 + (a_s / 481)^2] = 0.51 [1 + (224 / 481)^2] = 0.62 \text{ kN/m}^2$;

C_E è il coefficiente di esposizione che, per classe di topografia "normale", assume valore unitario;

C_t è il coefficiente termico che tiene conto della riduzione del carico da neve a causa dello scioglimento della stessa, dovuto alla perdita di calore della costruzione. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Ne consegue che per la struttura in esame si considera un carico da neve uniforme in copertura pari a:

Zona	III
Altitudine a_s	750 m
Area topografica	normale
Inclinazione falde	0°
q_{sk}	0.62 kN/m ²
coeff esposizione c_E	1.00
coeff termico c_t	1.00
coefficiente di forma μ_i	0.80

Dunque, il carico da neve, pari a $q_s = \mu_i q_{sk} c_E c_t$, vale **0.50 kN/m²**.

6.4 Azioni del vento

6.4.1 Pressione normale

L'azione del vento viene convenzionalmente considerata un'azione statica agente in direzione orizzontale.

La pressione del vento (N/m²) è data dall'espressione:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al §3.3.6;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al §3.3.7;

c_p è il coefficiente di pressione di cui al §3.3.8;

c_d è il coefficiente dinamico di cui al §3.3.9.

Tali coefficienti vengono di seguito determinati.

Pressione cinetica di riferimento q_r

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³;

v_b è la velocità di riferimento del vento (che rappresenta il valore caratteristico a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni).

Nel caso in esame, per zona 3 (Basilicata) ed $a_s > 500$ m si ha $v_b = v_{b,0} = 27$ m/s. Dunque, la pressione cinetica di riferimento q_b vale 0.641 kN/m².

Coefficiente di esposizione c_e

$$c_e(z) = c_e(z_{\min})$$

per $z < z_{\min}$

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

Nel caso in esame, essendo in zona 3, classe di rugosità del terreno D e quindi categoria di esposizione del sito III, si ha:

$$k_r = 0.20;$$

$$z_0 = 0.1 \text{ m};$$

$$z_{\min} = 5 \text{ m};$$

$$c_t = 1;$$

$$z = 3.95 \text{ m};$$

$$c_e = 1.71.$$

Coefficiente dinamico c_d

In assenza di considerazioni di dettaglio inerenti i fenomeni di natura aeroelastica e di distacco dei vortici si assume cautelativamente un valore $c_d = 1$.

Coefficiente di forma c_p

$$C_p = C_{psopravento} + C_{psottovento}$$

dove:

$C_{psopravento}$ è il coefficiente di forma per elementi sopravento assunto pari a +0.8;

$C_{psottovento}$ è il coefficiente di forma per elementi sottovento assunto pari a -0.4.

Per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà pari a : $c_{pi} = \pm 0.2$.

In sintesi, l'azione del vento sarà:

- **superfici sopravento $p = 0.88 \text{ kN/m}^2$**
- **superfici sottovento $p = 0.44 \text{ kN/m}^2$**

6.4.2 Pressione tangenziale

Oltre alla pressione normale va tenuta in conto anche un'azione tangenziale per unità di superficie parallela alla direzione del vento.

Tale azione può essere valutata come:

$$P_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b e c_e sono quelli già definiti per il calcolo della pressione normale da vento;

c_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente e che per una generica superficie scabra può essere assunto pari a 0.02.

In definitiva, $q_b = 1.64 \text{ kN/m}^2$, da cui si ha:

$$p_{f,max} = 0.02 \text{ kN/m}^2$$

6.5 Variazione termica

Negli edifici in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto della sola componente uniforme di variazione termica $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 .

Nella modellazione sono stati considerati i seguenti carichi termici uniformi:

- strutture in c.a. protette $\Delta T_u = \pm 10^\circ \text{ C}$
- strutture in c.a. esposte $\Delta T_u = \pm 15^\circ \text{ C}$

6.6 Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

6.6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata al seguito nella Tab. 2.4.I delle norme tecniche NTC-2018.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Dunque, nel caso in esame si ha $V_N = 50$ anni.

6.6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il fabbricato rientra per le sue funzioni tra le compresi nella **classe d'uso II**.

6.6.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a $C_U = 1.0$ per la classe d'uso II.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.0 = 50 \text{ anni}$$

6.6.4 Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC18, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g è accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento.

A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate Norme, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno T_R .

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale, T_c^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

6.6.5 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si adotta la categoria di **sottosuolo C**.

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la categoria **topografica T₁**.

6.6.1 Classe di duttilità, tipologia strutturale e fattore di struttura

La costruzione oggetto della presente relazione, soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale elastico, pertanto, il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è pari $q = 1$.

6.6.2 Spettri di risposta

Per l'individuazione dei parametri di pericolosità sismica, del caso in esame, è stato utilizzato il foglio Excel. Si riportano di seguito le immagini relative alla definizione dello spettro di risposta elastico.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

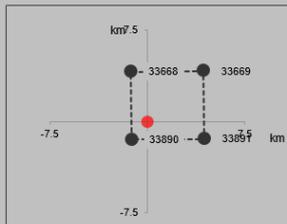
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.053	2.339	0.286
SLD	50	0.069	2.363	0.316
SLV	475	0.193	2.437	0.376
SLC	975	0.251	2.433	0.413

Figura 6 - Individuazione della pericolosità del sito

6.6.2.1 Spettro di risposta allo SLD

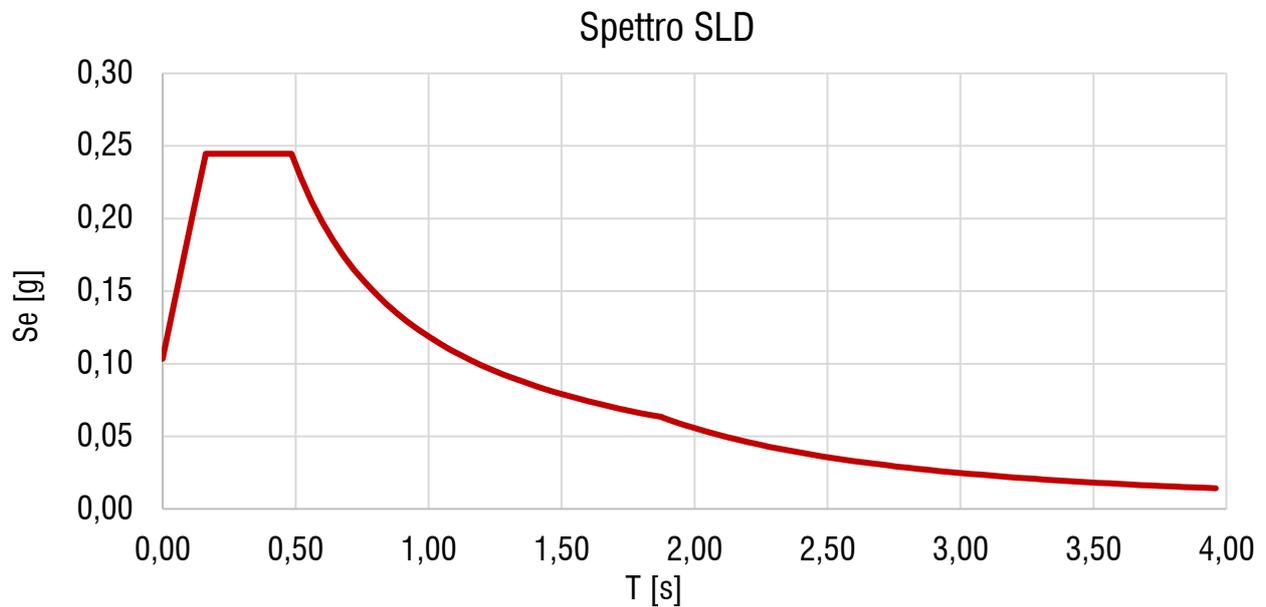


Figura 7 - Spettro di risposta all'SLD

a_g [g]	0.069
F_o [-]	2.363
T^*_c [s]	0.316
S_s [-]	1.500
C_c [-]	1.536
S_T [-]	1.000

S [-]	1.500
η [-]	1.000
T_B [s]	0.162
T_C [s]	0.485
T_D [s]	1.877

Figura 8 - Parametri dello spettro di risposta elastico nella componente orizzontale all'SLD

6.6.2.2 Spettro di risposta allo SLV

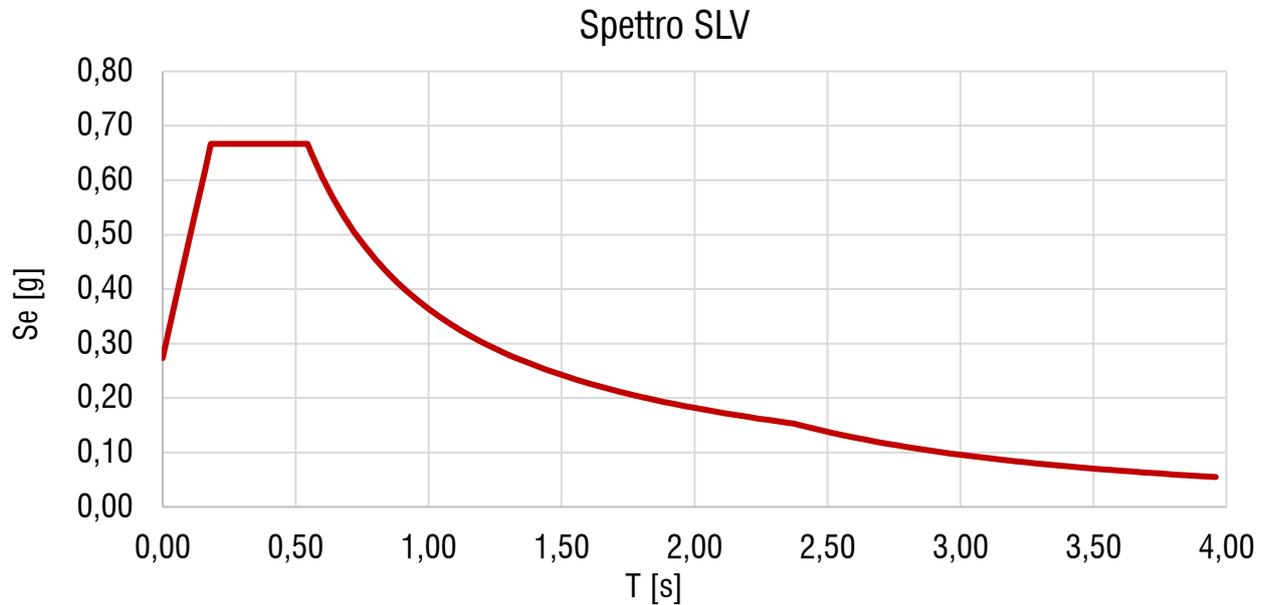


Figura 9 - Spettro di risposta nella componente orizzontale all'SLV

a_g [g]	0.193	S [-]	1.418
F_o [-]	2.437	η [-]	1.000
T^*_c [s]	0.376	T_B [s]	0.182
S_s [-]	1.418	T_c [s]	0.545
C_c [-]	1.450	T_D [s]	2.372
S_T [-]	1.000		

Figura 10 - Parametri dello spettro di risposta inella componente orizzontale all'SLV

7 CODICI DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali, per i modi di vibrare della struttura e per verifiche di resistenza si è fatto ricorso seguenti Software di calcolo:

- “Midas GEN”;
- “RC-sec”;
- “Fogli di Calcolo Excel Autoprodotti”.

7.1 Affidabilità del software

La documentazione fornita a corredo dei software (“Midas GEN” e “RC-sec”) contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l’individuazione dei campi d’impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

8 ANALISI DELLA STRUTTURA

8.1 Modello di calcolo

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata attraverso una modellazione agli elementi finiti. La struttura è stata modellata con un modello numerico nelle tre dimensioni nello spazio, il sistema di riferimento assunto prevede una terna destrorsa il cui asse X è orientato in direzione nord e l'asse Z verticale positivo verso l'alto. Il modello prevede un unico piano fuori terra. Travi e pilastri sono stati simulati con elementi beam, i solai mediante elementi shell. Le fondazioni sono modellate con elementi shell su suolo elastico alla Winkler, attraverso l'introduzione di molle verticali con $K_w=15200$ kN/m³. La traslazione orizzontale è stata bloccata mediante restraint nei nodi alla base dei pilastri.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

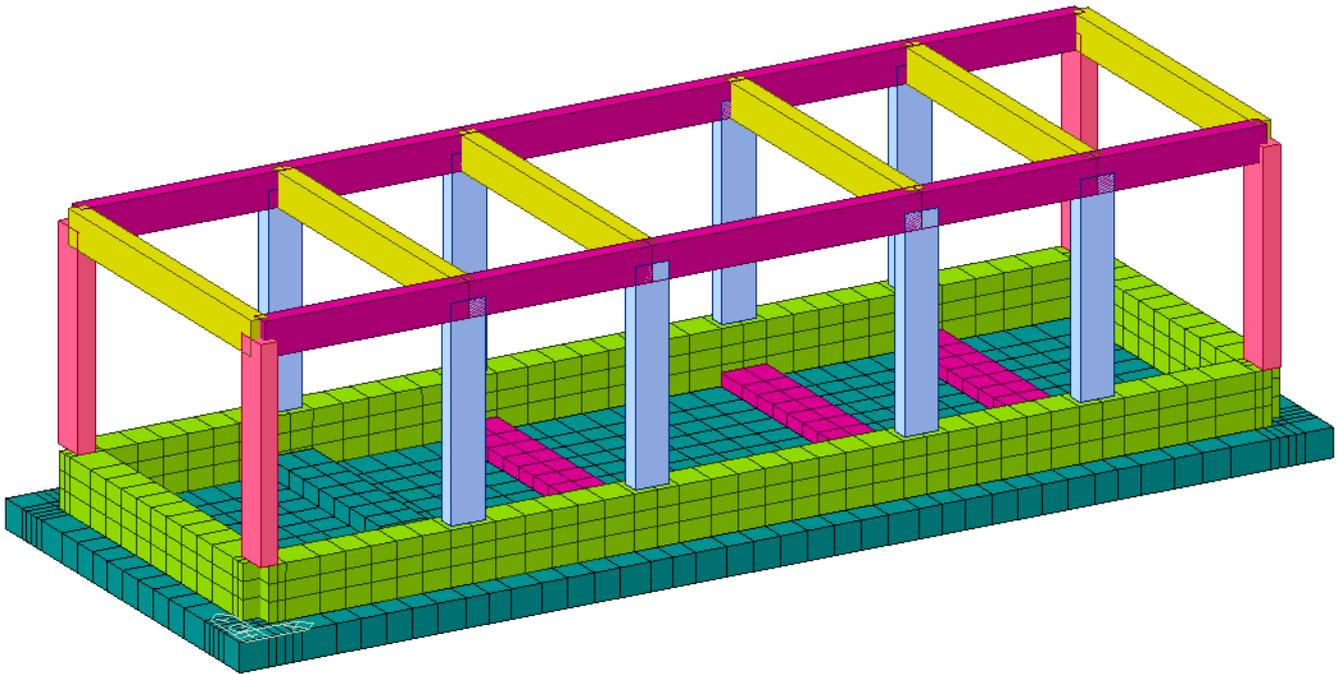


Figura 11 – Vista 3D modello strutturale

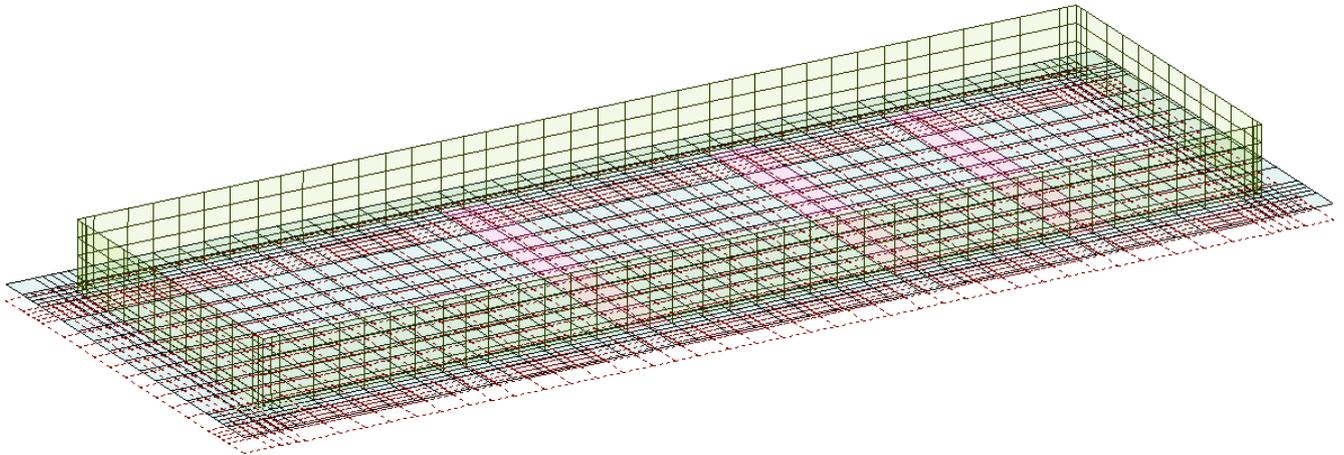


Figura 12 – Modellazione molle Winkler in fondazione

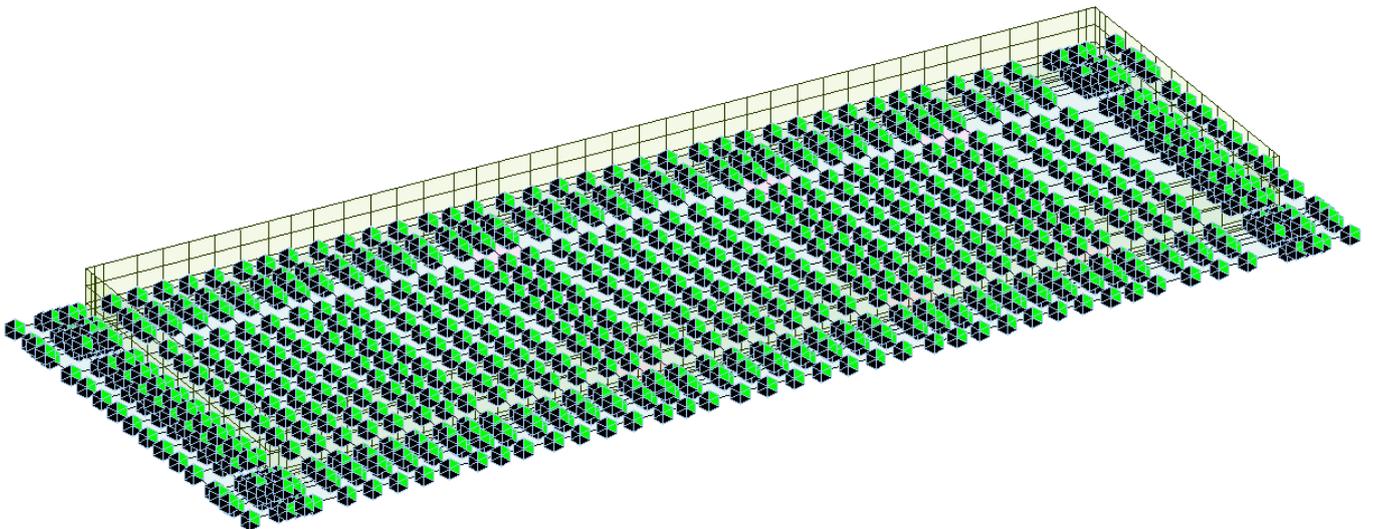


Figura 13 – Condizioni di vincolo in fondazione

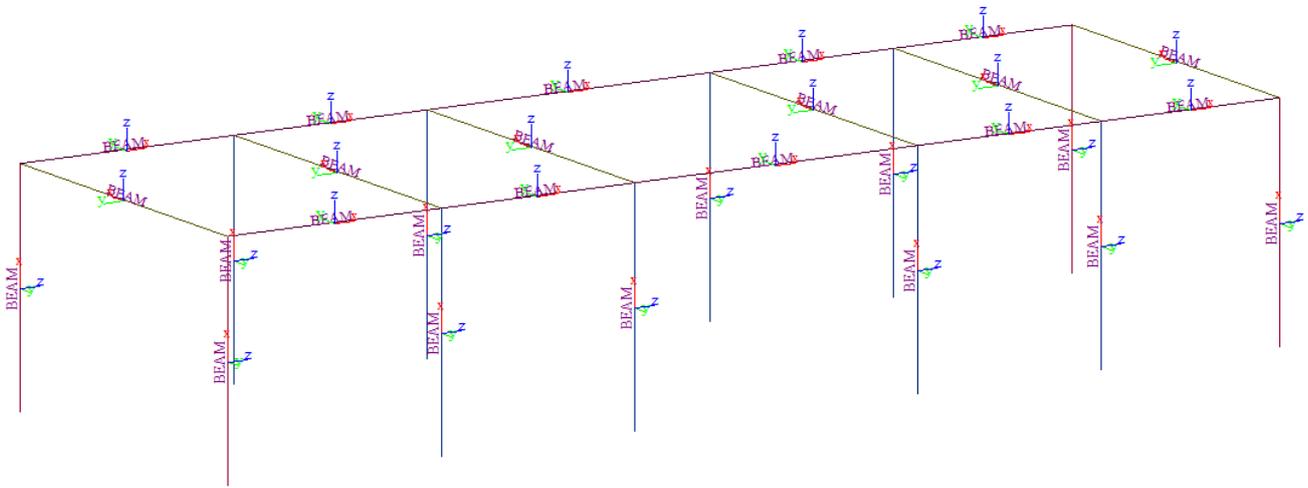


Figura 14 - Assi locali struttura in elevazione

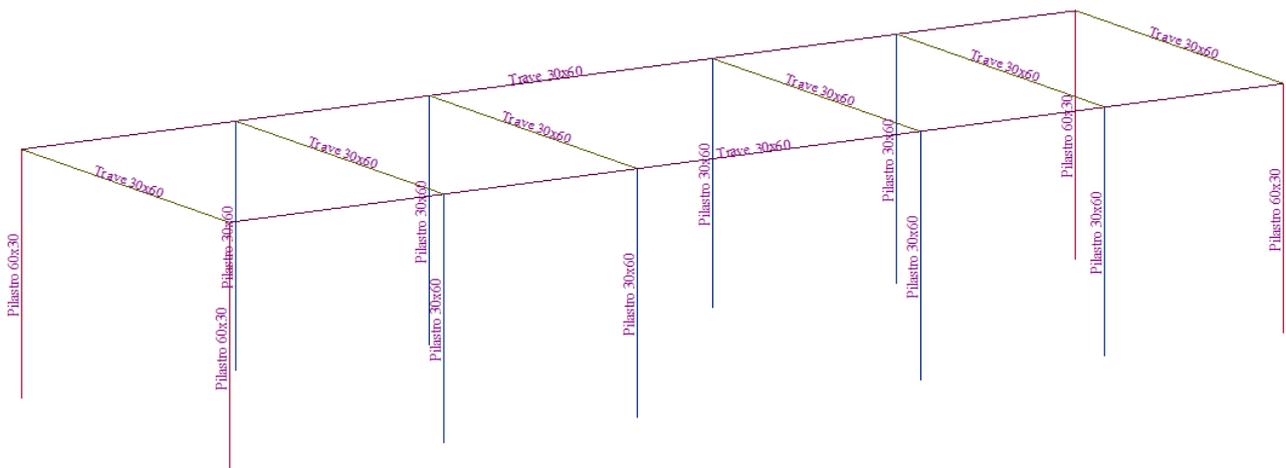


Figura 15 - Tipologia aste struttura in elevazione

8.2 Determinazione costante di Winkler

L'interazione terreno-struttura è stata ipotizzata alla Winkler. La rigidezza verticale K_w delle molle poste sotto la platea di fondazione delle opere è ottenuta tramite la formula:

$$K_w = \frac{E_t}{c_t \cdot B \cdot (1 - n^2)}$$

Con:

- E_t = Modulo elastico del terreno di fondazione
- B = lato minore della fondazione
- L = Lato maggiore della fondazione
- n = rapporto di Poisson
- $c_t = 0.853 + 0.534 \cdot \ln(L/B)$ per fondazione rettangolare con $L/B \leq 10$;
- $c_t = 2 + 0.0089 \cdot (L/B)$

Interazione terreno-struttura alla Winkler proposta da Bowles (1960)

Descrizione	Parametro	Valore	U.M.
		BP	
Larghezza fondazione	B	7.40	m
Lunghezza max della fondazione	L	19.40	m
Fattore di forma (Bowles,1960)	c_t	1.37	-
Coefficiente di Poisson	n	0.30	-
Modulo elastico terreno di fondazione	E_t	140.00	MPa
Rigidezza molle Winkler verticale (solo a compressione)	K_w	15201.10	kN/m ³
Rigidezza molle Winkler orizzontali (sola compressione)	$K_o=0.5K_w$	7600.55	kN/m ³

Valori di progetto scelti:

Rigidezza verticale delle molle

Si assumono i seguenti valori:

K_w **15200** kN/m³

8.3 Assegnazione dei carichi di progetto

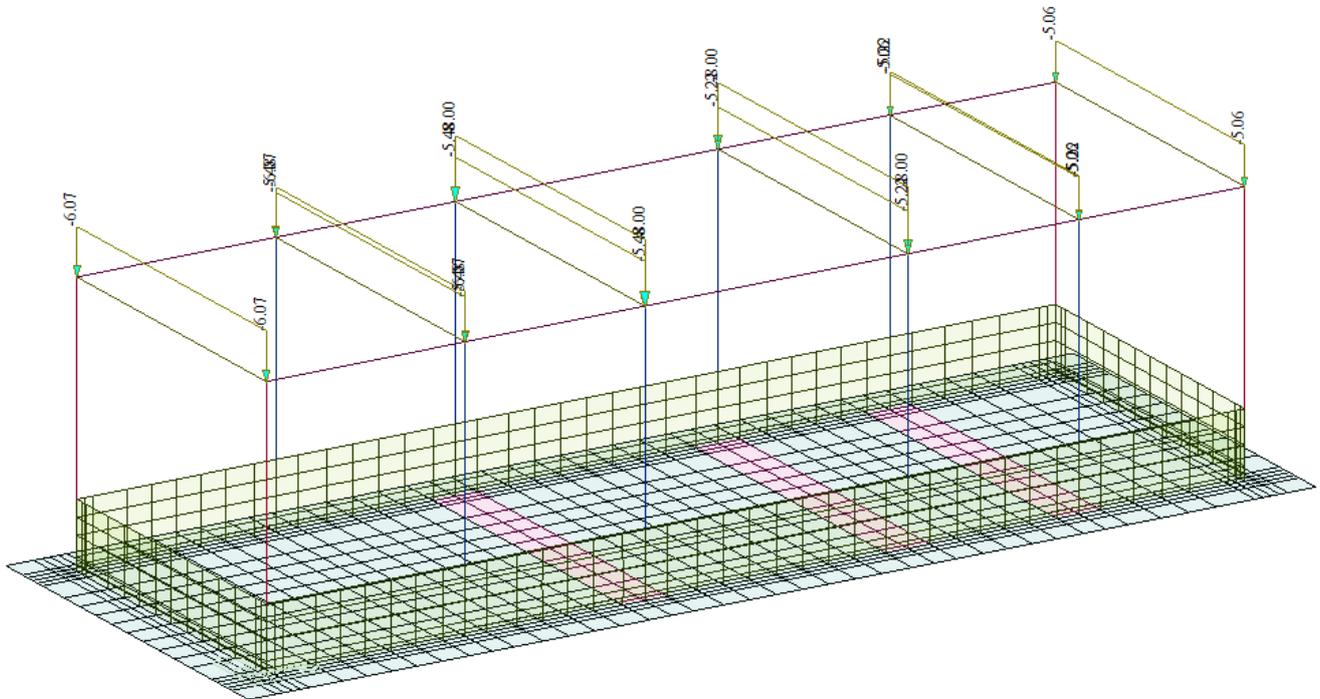


Figura 16 - G1 – Peso proprio solaio

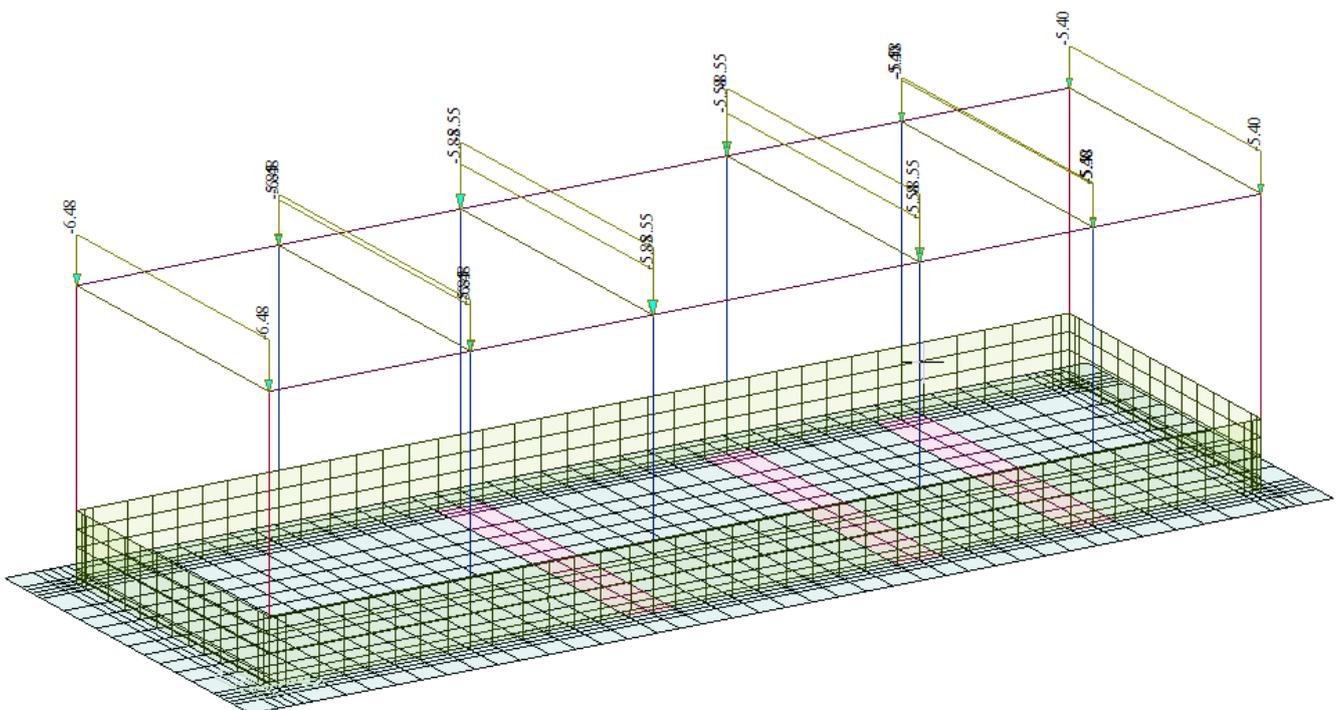


Figura 17 - G2 – Sovraccarichi permanenti solaio

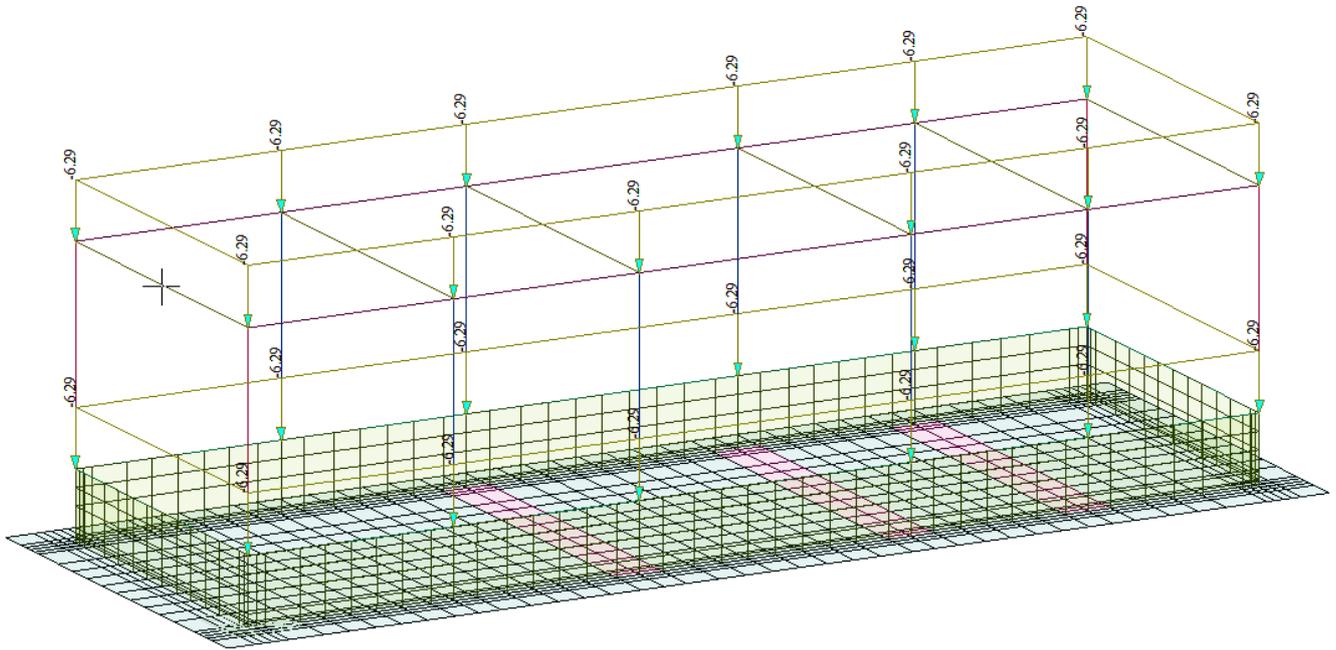


Figura 18- G2 – Facciate

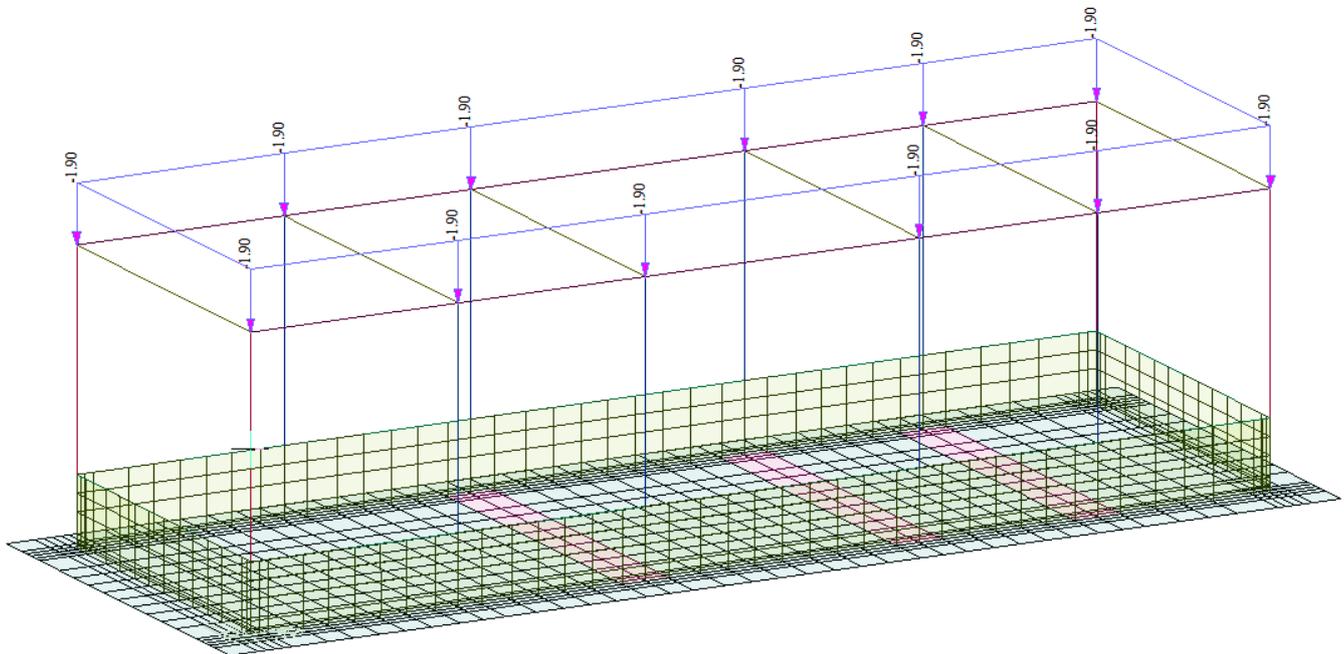


Figura 19 - G2 – Cornicioni

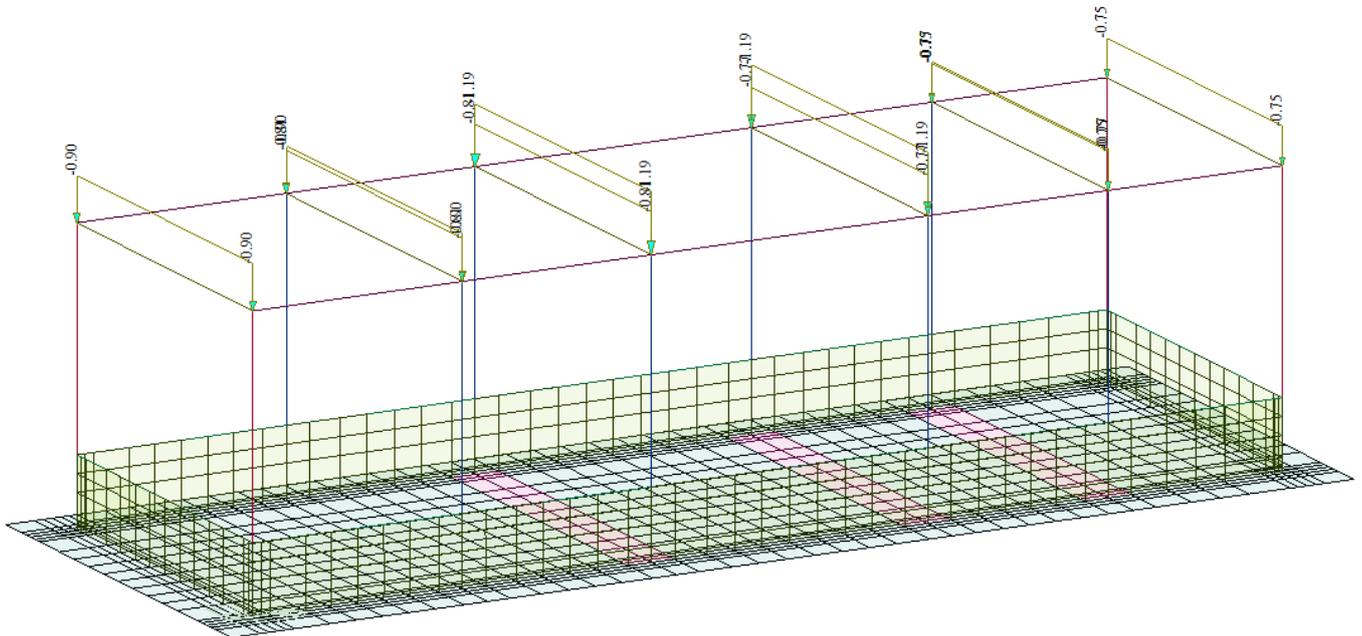


Figura 20 - QH1 – Sovraccarichi accidentali (sola manutenzione)

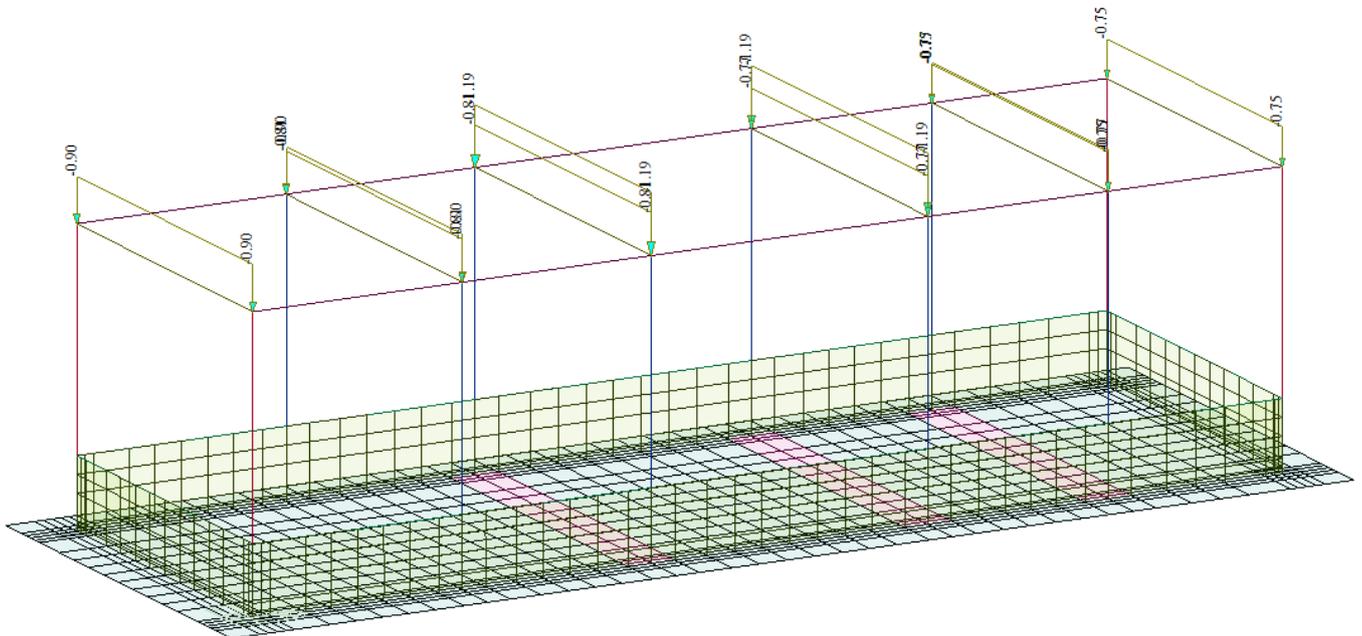


Figura 21 – Qneve – Sovraccarichi accidentali da neve

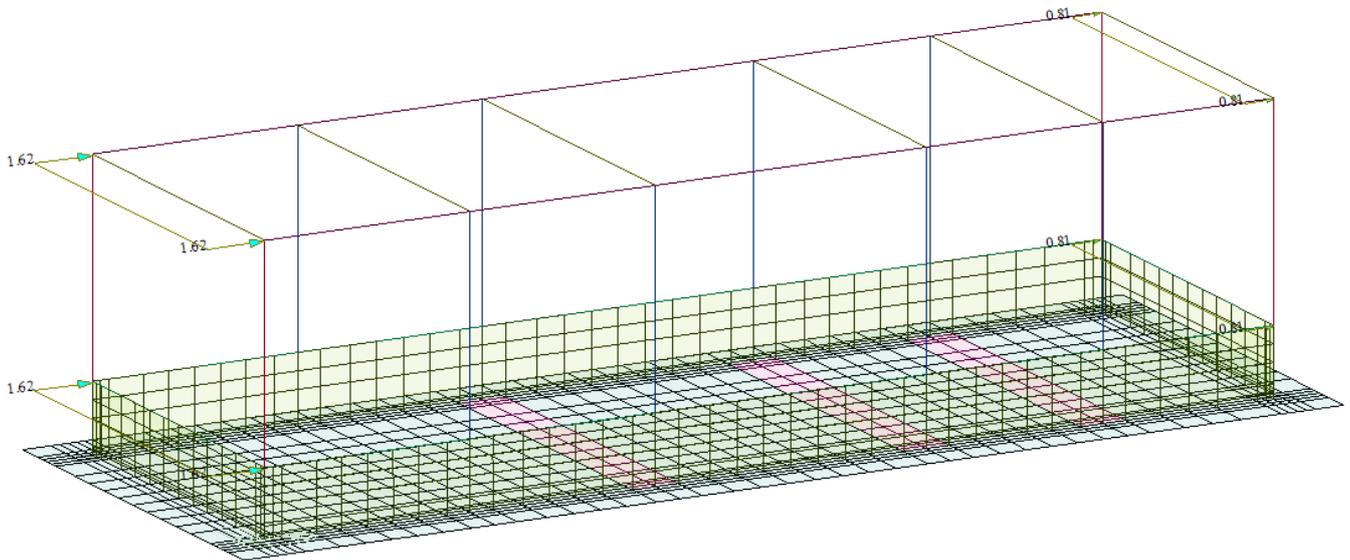


Figura 22 – Qvento_X+ – Sovraccarichi accidentali da vento X+

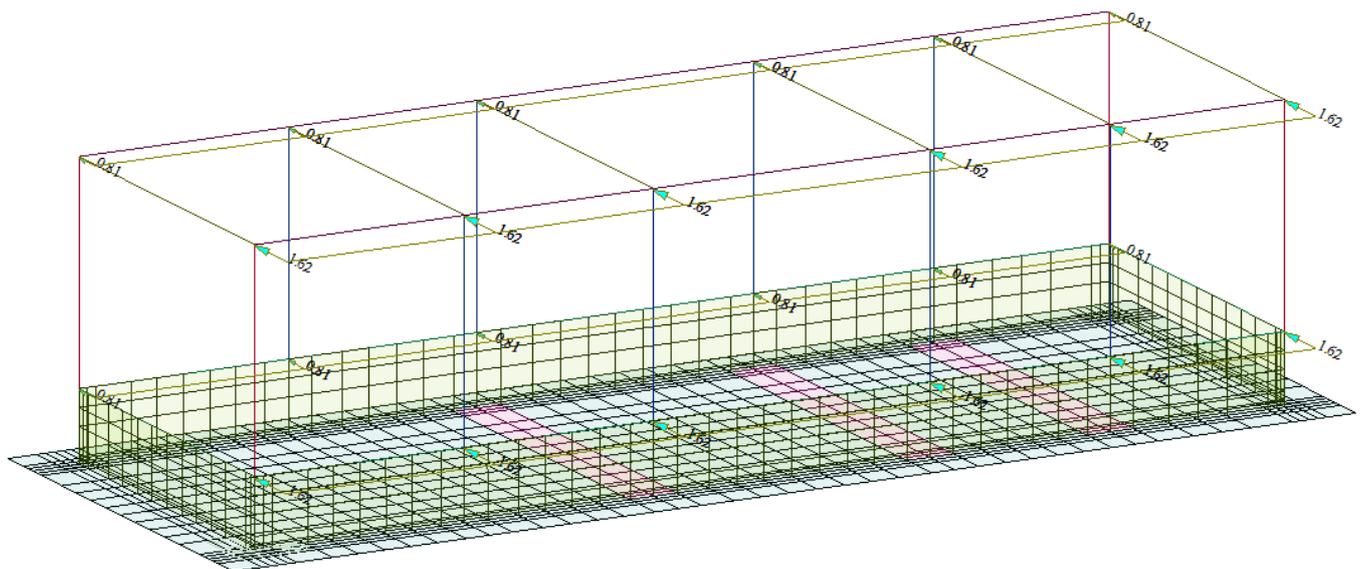


Figura 23– Qvento_Y+ – Sovraccarichi accidentali da vento Y+

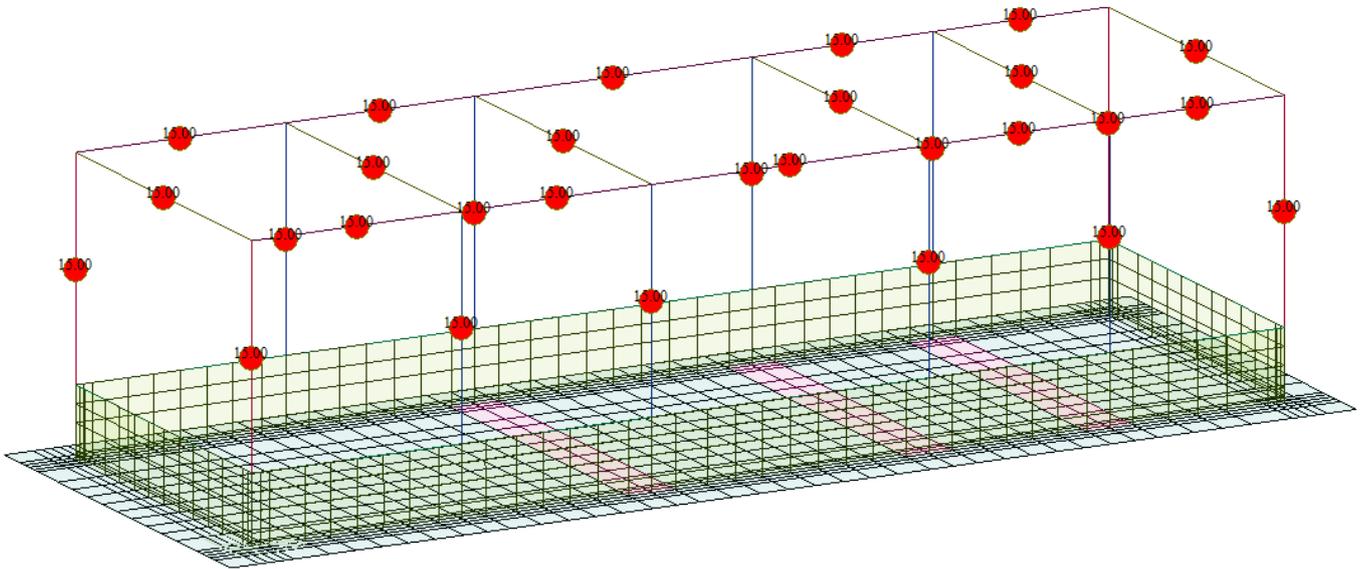


Figura 24 – Qdelta+ – Sovraccarichi accidentali da variazione termica $\Delta T+$

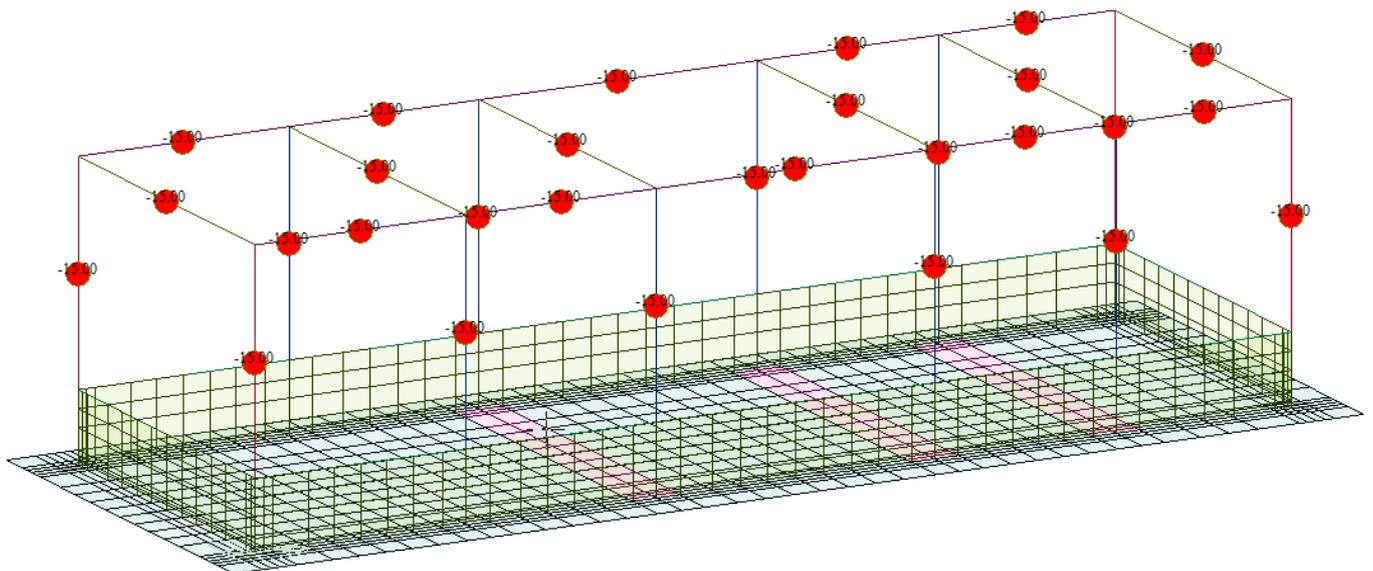


Figura 25 – QdeltaT- – Sovraccarichi accidentali da variazione termica $\Delta T-$

8.1 Analisi modale

Sono di seguito riportati periodi e frequenze e masse partecipanti dei primi tre modi di vibrare.

Tabella 1 – Periodi e frequenze

EIGENVALUE ANALYSIS			
Mode No	Frequency	Frequency	Period
(-)	w (rad/sec)	f (cycle/sec)	T (sec)
1	26.42	4.20	0.24
2	38.74	6.17	0.16
3	40.74	6.48	0.15
4	317.52	50.54	0.02
5	433.15	68.94	0.01
6	534.73	85.10	0.01
7	573.90	91.34	0.01
8	947.82	150.85	0.01
9	1160.75	184.74	0.01

Tabella 2 – Masse partecipanti (%)

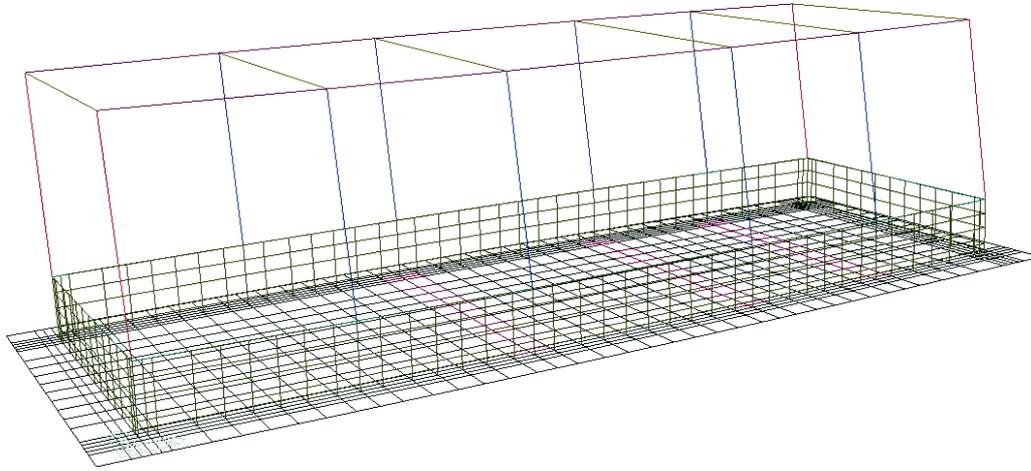
MODAL PARTICIPATION MASSES (%) PRINTOUT						
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
(-)	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)
1	0.0	0.0	60.5	60.5	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	60.5	0.0	0.0
3	57.5	57.5	0.0	60.5	0.0	0.0
4	0.0	57.5	30.0	90.5	0.0	0.0
5	0.1	57.6	0.1	90.6	0.0	0.0
6	19.6	77.2	0.0	90.6	0.0	0.0
7	1.8	78.9	0.8	91.4	0.0	0.0
8	7.6	86.5	0.3	91.8	0.0	0.0
9	6.1	92.6	0.4	92.2	0.0	0.0

Mode No	ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
(-)	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)
1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.1	0.0	0.0	55.4	55.4
3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	55.4
4	24.8	24.9	0.0	0.0	0.0	55.4
5	0.1	24.9	0.1	0.1	0.0	55.4
6	0.0	24.9	12.4	12.5	0.0	55.4
7	0.0	25.0	2.7	15.2	0.2	55.6
8	0.4	25.3	9.3	24.5	0.0	55.6
9	0.7	26.0	0.3	24.8	0.0	55.7

Tabella 3 – Masse partecipanti

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT						
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
(-)	MASS (Kg)	SUM (Kg)	MASS (Kg)	SUM (Kg)	MASS Kg)	SUM (Kg)
1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
3	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
4	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0
5	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
6	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
7	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0
8	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0
9	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0

Mode No	ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
(-)	MASS (Kgm ²)	SUM (Kgm ²)	MASS (Kgm ²)	SUM (Kgm ²)	MASS (Kgm ²)	SUM (Kgm ²)
1	14.6	14.6	0.0	0.0	839.1	839.1
2	0.0	14.6	0.0	0.0	6630426.7	6631265.8
3	0.0	14.6	2.0	2.0	0.0	6631265.8
4	4601.7	4616.3	0.0	2.1	57.1	6631322.9
5	11.4	4627.7	10.7	12.7	3751.6	6635074.5
6	1.4	4629.1	2304.8	2317.5	1625.6	6636700.1
7	5.2	4634.4	496.4	2814.0	20084.2	6656784.4
8	70.5	4704.9	1727.8	4541.7	959.7	6657744.1
9	129.9	4834.8	59.4	4601.1	4448.7	6662192.8



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
4.204311

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.237851

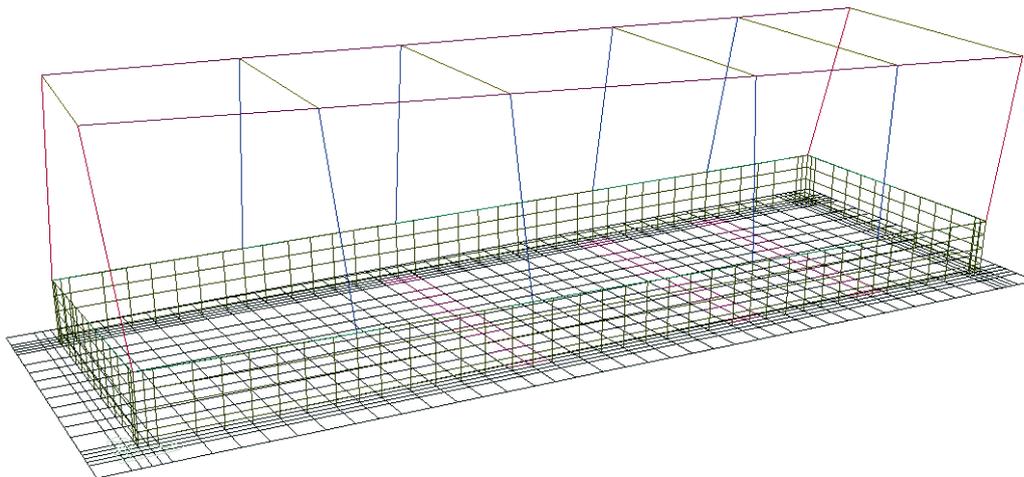
MPM(%)
DX= 0.000000
DY= 60.514033
DZ= 0.000000
RX= 0.078618
RY= 0.000000
RZ= 0.007010

MODE 1
MAX : 13
MIN : 460
FILE: ELEV_BEAM-
UNIT: kN,m
DATE: 09/21/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259

```

Figura 26 – Modo 1: diagramma degli spostamenti



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
6.165979

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.162180

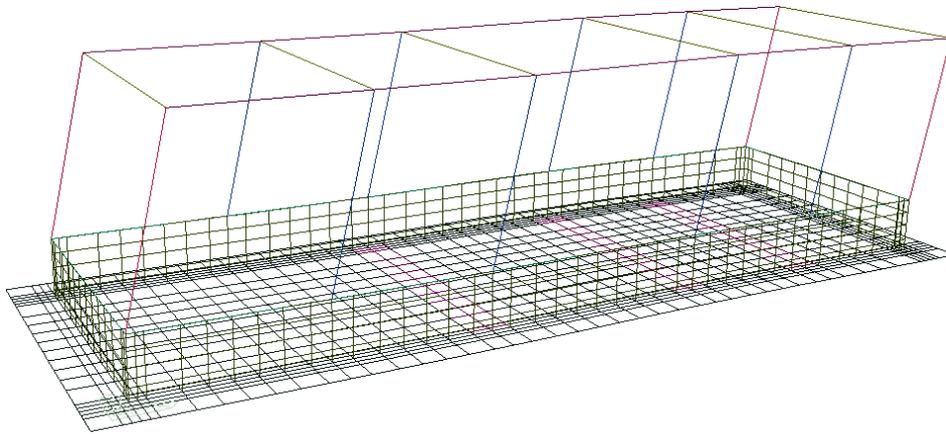
MPM(%)
DX= 0.000000
DY= 0.011198
DZ= 0.000000
RX= 0.000075
RY= 0.000000
RZ= 55.389013

MODE 2
MAX : 18
MIN : 338
FILE: ELEV_BEAM-
UNIT: kN,m
DATE: 09/21/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259

```

Figura 27- Modo 2: diagramma degli spostamenti



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
6.483418

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.154240

MEM(%)
DX= 57.509596
DY= 0.000000
DZ= 0.000000
RX= 0.000000
RY= 0.010992
RZ= 0.000000

MODE 3
MAX : 24
MIN : 1026
FILE: ELEV_BEAM-
UNIT: kN,m
DATE: 09/21/2022
VIEW-DIRECTION
X:-0.483
Y:-0.837
Z: 0.259
  
```

Figura 28 - Modo 3: diagramma degli spostamenti

8.2 Combinazioni di carico

No	Name	Active	Type	Description
1	gLCB1	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT)
2	gLCB2	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT)
3	gLCB3	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve)
4	gLCB4	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve)
5	gLCB5	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(1.0Qneve)
6	gLCB6	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.6)Qvento_X+
7	gLCB7	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.6)Qvento_Y+
8	gLCB8	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.6)Qvento_X+
9	gLCB9	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.6)Qvento_Y+
10	gLCB10	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5Qvento_X+
11	gLCB11	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5Qvento_Y+
12	gLCB12	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) - 1.5(0.6)Qvento_X+
13	gLCB13	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) - 1.5(0.6)Qvento_Y+
14	gLCB14	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) - 1.5(0.6)Qvento_X+
15	gLCB15	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) - 1.5(0.6)Qvento_Y+
16	gLCB16	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) - 1.5Qvento_X+
17	gLCB17	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) - 1.5Qvento_Y+
18	gLCB18	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5(0.6...
19	gLCB19	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5(0.6...
20	gLCB20	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5(0.6...
21	gLCB21	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5(0.6...
22	gLCB22	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5Qven...
23	gLCB23	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) + 1.5Qven...

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	37 di 99

24	gLCB24	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5(0.6...
25	gLCB25	Active	Add	1.3D + 1.5(1.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5(0.6...
26	gLCB26	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5(0.6...
27	gLCB27	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5(0.6...
28	gLCB28	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5Qven...
29	gLCB29	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(0.5Qneve) - 1.5Qven...
30	gLCB30	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(1.0Qneve) + 1.5(0.6...
31	gLCB31	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(1.0Qneve) + 1.5(0.6...
32	gLCB32	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(1.0Qneve) - 1.5(0.6...
33	gLCB33	Active	Add	1.3D + 1.5(0.0QH1) + 1.5(0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + 1.5(1.0Qneve) - 1.5(0.6...
34	ENV_SLU	Active	Envelope	Concrete Strength Envelope
35	gLCB67	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
36	gLCB68	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
37	gLCB69	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
38	gLCB70	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
39	gLCB71	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
40	gLCB72	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
41	gLCB73	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
42	gLCB74	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
43	gLCB75	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
44	gLCB76	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
45	gLCB77	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
46	gLCB78	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
47	gLCB79	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
48	gLCB80	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
49	gLCB81	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
50	gLCB82	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
51	gLCB83	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
52	gLCB84	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
53	gLCB85	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
54	gLCB86	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
55	gLCB87	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
56	gLCB88	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
57	gLCB89	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
58	gLCB90	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
59	gLCB91	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
60	gLCB92	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
61	gLCB93	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
62	gLCB94	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV in...
63	gLCB95	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...
64	gLCB96	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	38 di 99

65	gLCB97	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...$
66	gLCB98	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV in...$
67	ENV_SLV_q	Active	Envelope	Concrete Strength Envelope
68	gLCB132	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
69	gLCB133	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
70	gLCB134	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
71	gLCB135	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
72	gLCB136	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
73	gLCB137	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
74	gLCB138	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
75	gLCB139	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
76	gLCB140	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
77	gLCB141	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
78	gLCB142	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
79	gLCB143	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
80	gLCB144	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
81	gLCB145	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
82	gLCB146	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
83	gLCB147	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
84	gLCB148	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
85	gLCB149	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
86	gLCB150	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
87	gLCB151	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
88	gLCB152	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
89	gLCB153	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
90	gLCB154	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
91	gLCB155	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
92	gLCB156	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
93	gLCB157	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
94	gLCB158	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
95	gLCB159	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SV el...$
96	gLCB160	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
97	gLCB161	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
98	gLCB162	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
99	gLCB163	Active	Add	$1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT + + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SV el...$
100	ENV_SLV_elastico	Active	Envelope	Concrete Strength Envelope
101	gLCB229	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT)$
102	gLCB230	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT)$
103	gLCB231	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + (0.5Qneve)$
104	gLCB232	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0QdeltaT + + 1.0QdeltaT) + (0.5Qneve)$
105	gLCB233	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6QdeltaT + + 0.6QdeltaT) + (1.0Qneve)$

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	39 di 99

106	gLCB234	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.6)Q_{vento_X+}$
107	gLCB235	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.6)Q_{vento_Y+}$
108	gLCB236	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.6)Q_{vento_X+}$
109	gLCB237	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.6)Q_{vento_Y+}$
110	gLCB238	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) - (0.6)Q_{vento_X+}$
111	gLCB239	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) - (0.6)Q_{vento_Y+}$
112	gLCB240	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) - (0.6)Q_{vento_X+}$
113	gLCB241	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) - (0.6)Q_{vento_Y+}$
114	gLCB242	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + 1.0Q_{vento_X+}$
115	gLCB243	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + 1.0Q_{vento_Y+}$
116	gLCB244	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) - 1.0Q_{vento_X+}$
117	gLCB245	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) - 1.0Q_{vento_Y+}$
118	gLCB246	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_X+}$
119	gLCB247	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_Y+}$
120	gLCB248	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_X+}$
121	gLCB249	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_Y+}$
122	gLCB250	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_X+}$
123	gLCB251	Active	Add	$1.0D + (1.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_Y+}$
124	gLCB252	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_X+}$
125	gLCB253	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (1.0Q\delta T + + 1.0Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_Y+}$
126	gLCB254	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + 1.0Q_{vento_X+}$
127	gLCB255	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) + 1.0Q_{vento_Y+}$
128	gLCB256	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - 1.0Q_{vento_X+}$
129	gLCB257	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (0.5Q_{neve}) - 1.0Q_{vento_Y+}$
130	gLCB258	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (1.0Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_X+}$
131	gLCB259	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (1.0Q_{neve}) + (0.6)Q_{vento_Y+}$
132	gLCB260	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (1.0Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_X+}$
133	gLCB261	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.6Q\delta T + + 0.6Q\delta T) + (1.0Q_{neve}) - (0.6)Q_{vento_Y+}$
134	gLCB262	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T)$
135	gLCB263	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.5Q\delta T + + 0.5Q\delta T)$
136	gLCB264	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2Q_{neve})$
137	gLCB265	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2)Q_{vento_X+}$
138	gLCB266	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2)Q_{vento_Y+}$
139	gLCB267	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) - (0.2)Q_{vento_X+}$
140	gLCB268	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) - (0.2)Q_{vento_Y+}$
141	gLCB269	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2Q_{neve}) + (0.2)Q_{vento_X+}$
142	gLCB270	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2Q_{neve}) + (0.2)Q_{vento_Y+}$
143	gLCB271	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2Q_{neve}) - (0.2)Q_{vento_X+}$
144	gLCB272	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T) + (0.2Q_{neve}) - (0.2)Q_{vento_Y+}$
145	gLCB273	Active	Add	$1.0D + (0.0QH1) + (0.0Q\delta T + + 0.0Q\delta T)$
146	ENV_SLE	Active	Envelope	Concrete Serviceability Envelope

**RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	40 di 99

147	gLCB307	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
148	gLCB308	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
149	gLCB309	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
150	gLCB310	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
151	gLCB311	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
152	gLCB312	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
153	gLCB313	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
154	gLCB314	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
155	gLCB315	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
156	gLCB316	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
157	gLCB317	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
158	gLCB318	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
159	gLCB319	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
160	gLCB320	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
161	gLCB321	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
162	gLCB322	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) + 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
163	gLCB323	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
164	gLCB324	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
165	gLCB325	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
166	gLCB326	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
167	gLCB327	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
168	gLCB328	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
169	gLCB329	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
170	gLCB330	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
171	gLCB331	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
172	gLCB332	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
173	gLCB333	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
174	gLCB334	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSY SO el...
175	gLCB335	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
176	gLCB336	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
177	gLCB337	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
178	gLCB338	Active	Add	1.0D + 1.0(0.0QH1) + 1.0(0.0QdeltaT+ + 0.0QdeltaT) - 1.0(1.0(1.00)(RSX SO el...
179	ENV_SLD_elastico	Active	Envelope	Concrete Strength Envelope
180	QuasiPermanente	Active	Add	

8.3 Chiave di lettura output

Si descrivono le unità di misura adottate:

- Lunghezze m
- Carichi kN, kN/m, kN/m²
- Peso per unità di volume kN/m³
- Momenti flettenti kNm/m
- Sforzi assiali/taglianti kN/m

Al fine di facilitare la comprensione degli output di calcolo si riporta la convenzione per la lettura delle direzioni di forze e di momenti:

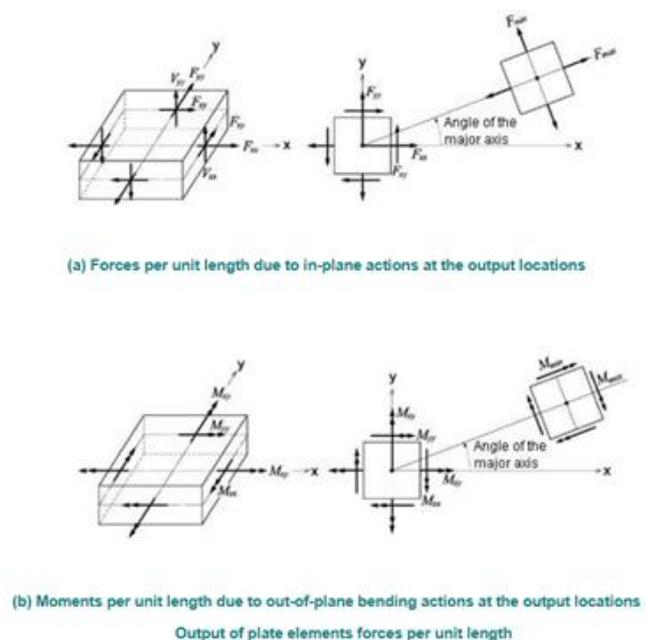


Figura 29 – Stralcio della guida di Midas Gen per l'esplicitazione della lettura dell'orientamento di forze e momenti.

F_{xx} : Forza assiale per unità di larghezza nella direzione dell'asse locale dell'elemento o nella direzione X dell'UCS globale (perpendicolare al piano locale y-z);

F_{yy} : Forza assiale per unità di larghezza nella direzione dell'asse locale dell'elemento o nella direzione Y dell'UCS globale (perpendicolare al piano locale x-z);

F_{xy} : Forza di taglio per unità di larghezza nella direzione dell'asse locale dell'elemento o nella direzione X-Y dell'UCS globale (taglio nel piano);

F_{max} : Forza principale massima assiale per unità di larghezza;

Fmin: Forza principale minima assiale per unità di larghezza;

Fmax: Forza principale massima in valore assoluto per unità di larghezza;

Mxx: Momento flessionale per unità di larghezza nella direzione dell'asse locale dell'elemento o nella direzione X dell'UCS globale (Momento fuori piano rispetto all'asse locale y);

Myy: Momento flessionale per unità di larghezza nella direzione dell'asse locale dell'elemento o nella direzione Y dell'UCS globale (Momento fuori piano rispetto all'asse locale x);

Mxy: Momento torsionale per unità di larghezza nel piano X-Y dell'UCS globale;

Mmax: Massimo momento principale flessionale per unità di larghezza;

Mmin: Minimo momento principale flessionale per unità di larghezza;

Mmax: Massimo momento principale flessionale assoluto per unità di larghezza (Valore più grande tra Mmax e Mmin);

Vxx: Forza di taglio per unità di larghezza nello spessore lungo la direzione dell'elemento locale o piano y-z dell'UCS globale;

Vyy: Forza di taglio per unità di larghezza nello spessore lungo la direzione dell'elemento locale o piano x-z dell'UCS globale;

Vmax: Massimo valore di forza in valore assoluto per unità di larghezza (Valore più grande tra Vxx e Vyy);

Per la progettazione di elementi bidimensionali le sollecitazioni flettenti sono state combinate secondo la regola di Wood Armer come di seguito riportata mentre per gli sforzi assiali, conservativamente, è stato sommato in modo assoluto quello nella direzione principale e quello derivante dal taglio (fxy).

3.4.4.1 Bottom Steel

(1) Compute the normal moments

$$\begin{aligned} M_x^* &= M_x + |M_{xy}| \\ M_y^* &= M_y + |M_{xy}| \end{aligned} \quad (3.27)$$

if $M_x^* < 0$ then

$$M_y^* = M_y + \left| \frac{M_{xy}^2}{M_x} \right| \text{ with } M_x^* = 0 \quad (3.28)$$

if $M_y^* < 0$ then

$$M_x^* = M_x + \left| \frac{M_{xy}^2}{M_y} \right| \text{ with } M_y^* = 0. \quad (3.29)$$

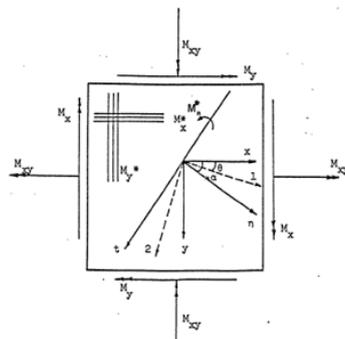


Figure (3.2) Element with Orthogonal Reinforcement

3.4.4.2 Top Reinforcement

(1) Compute the normal moments

$$\begin{aligned} M_x^* &= M_x - |M_{xy}| \\ M_y^* &= M_y - |M_{xy}| \end{aligned} \quad (3.30)$$

if $M_x^* > 0$ then

$$M_y^* = M_y - \left| \frac{M_{xy}^2}{M_x} \right| \text{ with } M_x^* = 0 \quad (3.31)$$

if $M_y^* > 0$ then

$$M_x^* = M_x - \left| \frac{M_{xy}^2}{M_y} \right| \text{ with } M_y^* = 0 \quad (3.32)$$

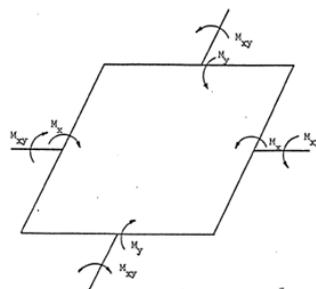


Figure (3.1) Notation for Moments on an Element (Positive as shown)

Si esplicita inoltre la disposizione dell'armatura negli elementi bidimensionali.

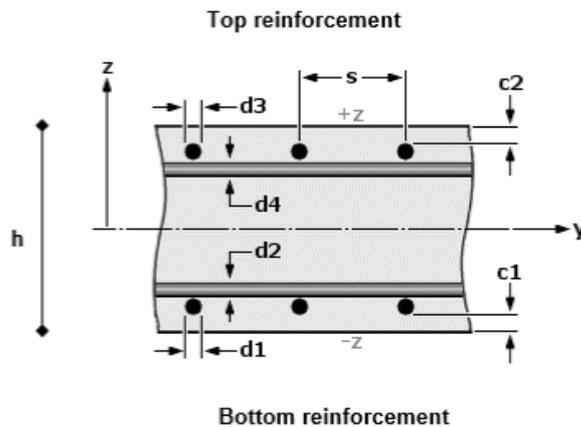


Figura 30 – Disposizione dell'armatura

Armatura di ripartizione (esterna): dir. X – L1 (bottom/ inferiore) e L3 (top/ superiore)

Armatura di forza (interna): dir. Y – L2 (bottom/ inferiore) e L4 (top/ superiore)

8.4 Involuppo delle sollecitazioni

La rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione a mezzo di diagrammi di involuppo associati alle famiglie di combinazioni dei carichi per la relativa fondazione vengono riportati nei capitoli successivi riguardanti le verifiche degli elementi strutturali.

9 VERIFICA DELLA STRUTTURA

9.1 Criteri di verifica

9.1.1 Criteri di verifica delle sezioni in c.a. – SLE

Si deve verificare il rispetto die seguenti stati limite:

- deformazione;
- fessurazione;
- tensioni di esercizio.

9.1.1.1 Stato limite di deformazione

Al §C4.1.2.2.2 della Circolare n.7 del 2019 si legge quanto segue: *“Per quanto riguarda la salvaguardia dell’aspetto e della funzionalità dell’opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce. In relazione all’integrità delle pareti portate divisorie e di tamponamento, le frecce di travi e solai, sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/500 della luce. In tale verifica la freccia totale calcolata può essere depurata della parte presente prima dell’esecuzione delle pareti. Detto valore si riferisce al caso di pareti divisorie in muratura. Per altri tipi di pareti si dovranno valutare specificatamente i limiti di inflessione ammissibili.”*

9.1.1.2 Stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l’ampiezza dell’apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Si considerano condizioni ambientali ordinarie; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all’aggressività ambientale e alla sensibilità dell’acciaio, l’apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 4 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZAFOGGIA TRATTA FERROVIARIA ROCCHETTA-POTENZA AMMODERNAMENTO - ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE								
	RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO - FONDAZIONE	COMMESSA IABH	LOTTO 00	FASE F	ENTE 78	TIPO DOC. CL	OPERA FA0000	PROG. 002	REV. A

Tabella 5 – Descrizione delle condizioni ambientali

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara) per le strutture sottobinario (Travi di fondazione) e dalla combinazione frequente per le strutture soprabinario (Pilastrini, Travi e Solaio).

Per strutture in condizioni ambientali ordinarie, qual è il caso delle strutture in esame, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ (Travi di Fondazione).

Per gli altri elementi soprabinario si è utilizzato il valore di apertura di fessurazione limite di $w_2 = 0.3 \text{ mm}$.

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura prevista al punto "C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.7/19.

9.1.1.3 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente".

I valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21-12-11", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$

9.1.2 Criteri di verifica delle travi – SLU

9.1.2.1 Verifica a flessione semplice

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del software “Midas GEN” (che svolge in automatico anche il rispetto dei quantitativi minimi di norma) considerando le sollecitazioni riportate nei prospetti precedenti.

9.1.2.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo V_{Ed} si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità).

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a “taglio trazione” si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a “taglio compressione” si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

α angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

9.1.2.3 Verifica limitazioni armatura

Devono essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0.0013 b_t d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,\max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per le travi dell'edificio l'armatura a taglio è costituita solamente da staffe.

Si riscontra, pertanto, che l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

9.1.2.4 Verifica a presso-flessione

Le verifiche di resistenza a flessione e presso-flessione allo SLU (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di base dei pilastri sono state condotte con il supporto del software "Midas GEN" considerando le sollecitazioni riportate nei prospetti precedenti:

9.1.2.5 Verifica limitazioni armatura

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di 0.003 A_c;

dove:

N_{Ed} rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

A_c è l'area di calcestruzzo;

f_{yd} è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

9.1.3 Criteri di verifica geotecnica - GEO

Al §7.11.5.3.1 delle NTC 18 si legge quanto segue: “La capacità del complesso fondazione-terreno deve essere verificata con riferimento allo stato limite ultimo (SLV) nei confronti del raggiungimento della resistenza per carico limite e per scorrimento, nel rispetto della condizione [6.2.1] e adottando i coefficienti parziali della Tabella 7.11.II.”

Coerentemente con quanto riportato nel capitolo dei criteri di verifica, per la verifica strutturale della fondazione, la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno è stata eseguita per le azioni trasmesse dagli elementi soprastanti derivanti da una analisi strutturale elastica ($q=1.0$).

9.2 Verifica della platea di fondazione

Le strutture delle fondazioni superficiali devono essere progettate assumendo un comportamento non dissipativo (conservativamente si è utilizzato un fattore di struttura unitario); non sono quindi necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile.

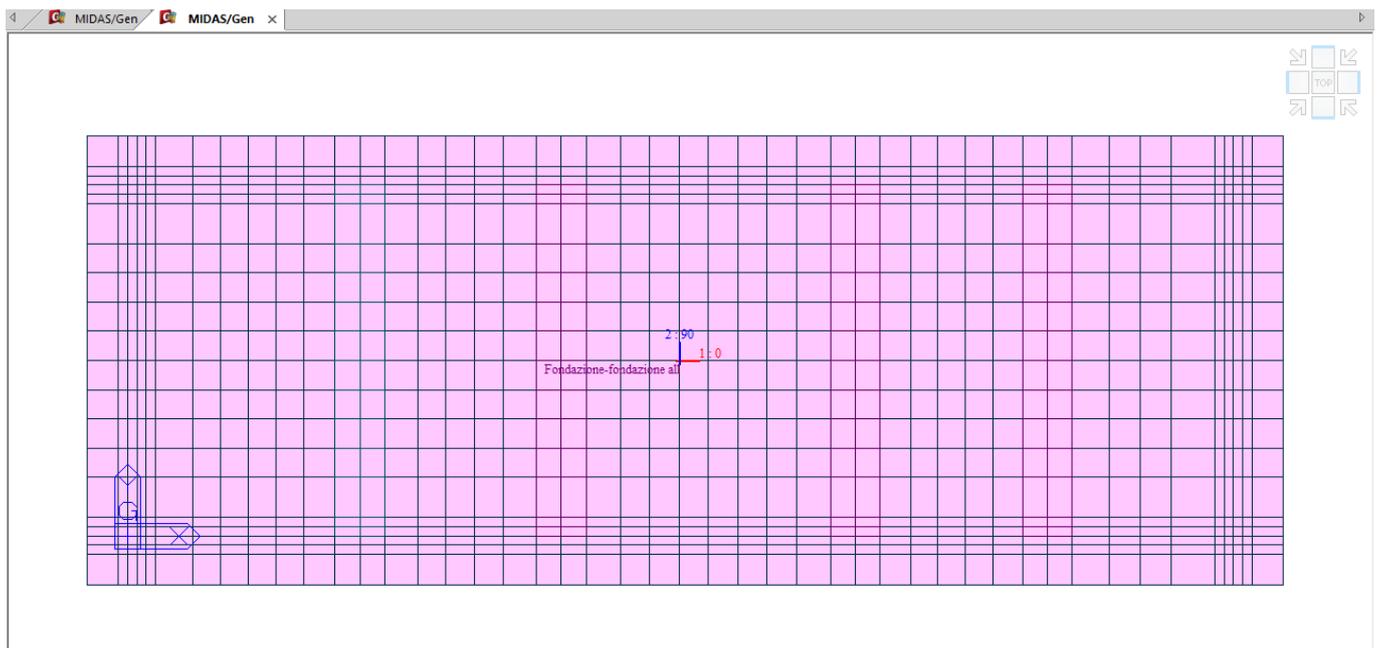


Figura 31 – identificazione della platea di fondazione

Le verifiche delle travi di fondazione sono riportate nello specifico capitolo.

9.2.1 Armatura minima

CARPENTERIA & ARMATURA	VAR.	UNITÀ	VALORE
Base della sez. trasversale (larghezza media della sez. trasversale)	b_t	cm	100.00
Altezza della sezione trasversale	h	cm	50.00
Copriferro min (dist. min tra bordo sezione ed asse delle armature)	c_{min}	cm	5.60
Altezza utile della sezione	$d = h - c$	cm	44.40
Spille di collegamento	spille	==>	4Φ8/mq
<i>Armatura minima scelta per flessione:</i> Piastra a portanza unidirezionale			
Armatura di forza	Armature:	==>	Φ16/250
	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura di ripartizione	Armature:	==>	Φ16/250
	A_{s1}	cm ²	8.04

PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO E DELL'ACCIAIO

Proprietà del calcestruzzo a lungo termine (28 giorni):

Classe di resistenza			C25/30
Resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	MPa	30.00
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	MPa	24.90
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	MPa	2.56

Proprietà del calcestruzzo a breve termine (3 giorni):

Età di fessurazione (n=3 giorni in mancanza di informazioni più prec)	t_c	-	3.00
Classe di cemento adottata	s	-	classe N
Resistenza media a trazione a t_c giorni	$f_{ctm}(t_c)$	MPa	1.53
Tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata	$\sigma_t = f_{ctm}(t_c) / 1.2$	GPa	1.28

Acciaio:

Classe di resistenza			B450C
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	MPa	450.00

ARMATURA MINIMA DI FORZA

T2

Armatura minima di base:

Area minima 1 in zona tesa	$A_{smin1} = (0.0013 b_t d)$	cm ²	5.77
Area minima 2 in zona tesa	$A_{smin2} = 0.26 \times (f_{ctm} / f_{yk}) \times b_t d$	cm ²	6.56
Area minima richiesta in zona tesa	$A_{smin} = \max(A_{smin1}; A_{smin2})$	cm ²	6.56
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme			1.23

ok

Armatura minima per effetti da ritiro:

Rapporto di fessurazione a breve termine	$\rho_{crit} = f_{ctm} / f_{yk}$		2.83E-03
Coefficiente k (k = 1.0 per h ≤ 300mm; k = 0.65 per h ≥ 800mm)	k		0.86
Coeff. k_c (Pura trazione=1, altrimenti vedi §7.3.2 (2) UNIEN1992-1-1-2015)	k_c		1.00
Area di calcolo del calcestruzzo tesa (si assume trazione pura)	A_{ct}	cm ²	5000.00
Area minima di armatura per lato richiesta per effetti da ritiro	$A_{s,min} = k k_c (f_{ctm} / f_{yk}) A_{ct} / 2$	cm ²	6.09
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme	$As1 / Asmin > 1$	-	1.32

Si esplicitano le verifiche condotte con RC sec con l'armatura minima al fine di conoscere il momento resistente e quello limite al rispetto della verifica di fessurazione nella combinazione descritta nei criteri. Conservativamente si adotta il valore inferiore per ambo le direzioni.

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	51 di 99

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.
NOME SEZIONE: FOND-DIR2-T

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	210000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50		
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16 + 2Ø16	(8.0 cm ²)
Barre superiori:	2Ø16 + 2Ø16	(8.0 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	12.5	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	125.00	100.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	52 di 99

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	20.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	20.00 (114.99)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 23.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	1.00	125.00	1.06	141.60	1.133	45.0	0.12	0.70	16.1 (6.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00153	42.8	-0.02643	7.2

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	53 di 99

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.09	50.0	0.00	41.1	-62.1	42.8	13.7	1370	8.0	28.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00008	-0.00024	0.83	0.60	0.000177 (0.000177)	990	0.176 (0.20)	114.99

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.09	50.0	0.00	41.1	-62.1	42.8	13.7	1370	8.0	28.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00008	-0.00024	0.83	0.40	0.000177 (0.000177)	990	0.176 (0.20)	114.99

Momento resistente = 125 kNm / m

Momento limite di fessurazione (CH) = 20 kNm/m

9.2.2 Dir.2 (trasversale)

Combinazione - SLR

Si riporta la mappa di sollecitazione limitata con il valore di momento resistente relativo all'armatura minima, laddove superiore, segue la mappa di sollecitazione con la rispettiva verifica in RCsec dell'armatura di infittimento.

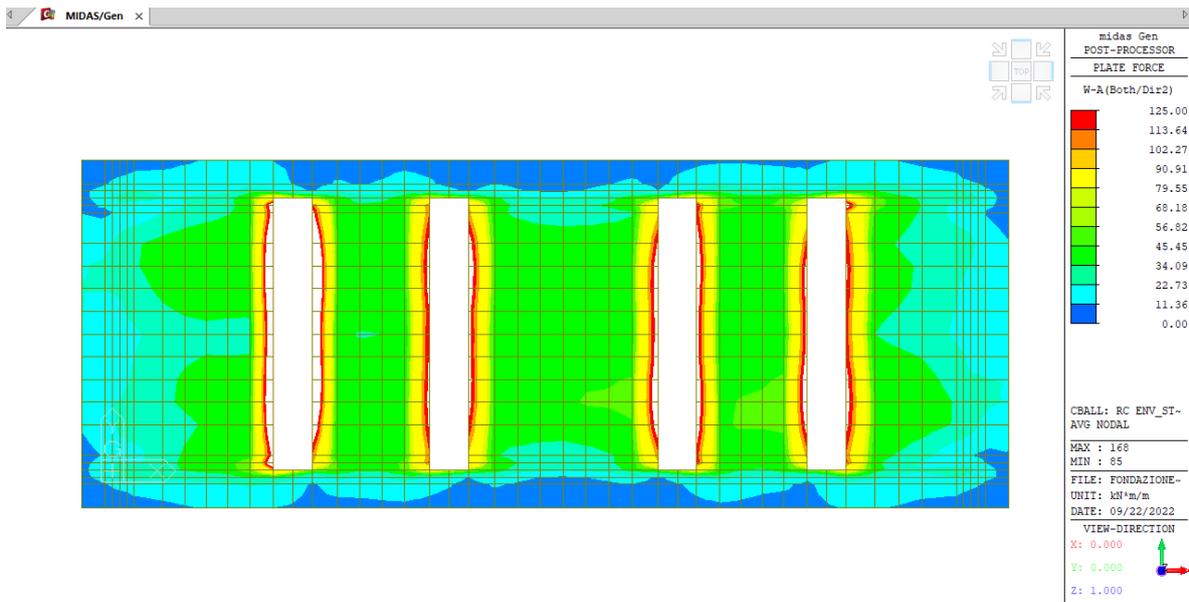


Figura 32 – Flessione - ENVE – SLR – Armatura minima

Le aree trasparenti mostrano una sollecitazione superiore per il momento che tende le fibre superiori a quella minima pertanto si necessita di un infittimento.

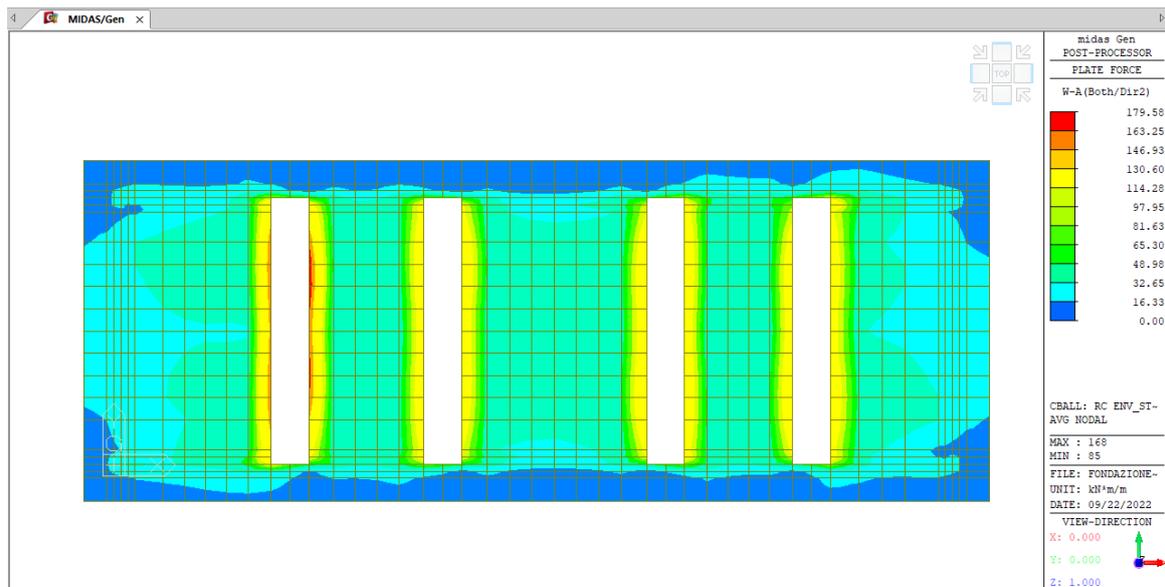


Figura 33 – Flessione - ENVE – SLR – Armatura aggiuntiva

Si riporta la verifica in RCsec con armatura aggiuntiva nel paragrafo seguente.

Combinazione SLE – Rara – Fessurazione

Si riporta la mappa di sollecitazione limitata con il valore di momento che induce la formazione della fessura stessa per l'armatura minima, laddove superiore, segue la mappa di sollecitazione con la rispettiva verifica in RCsec dell'armatura di infittimento.

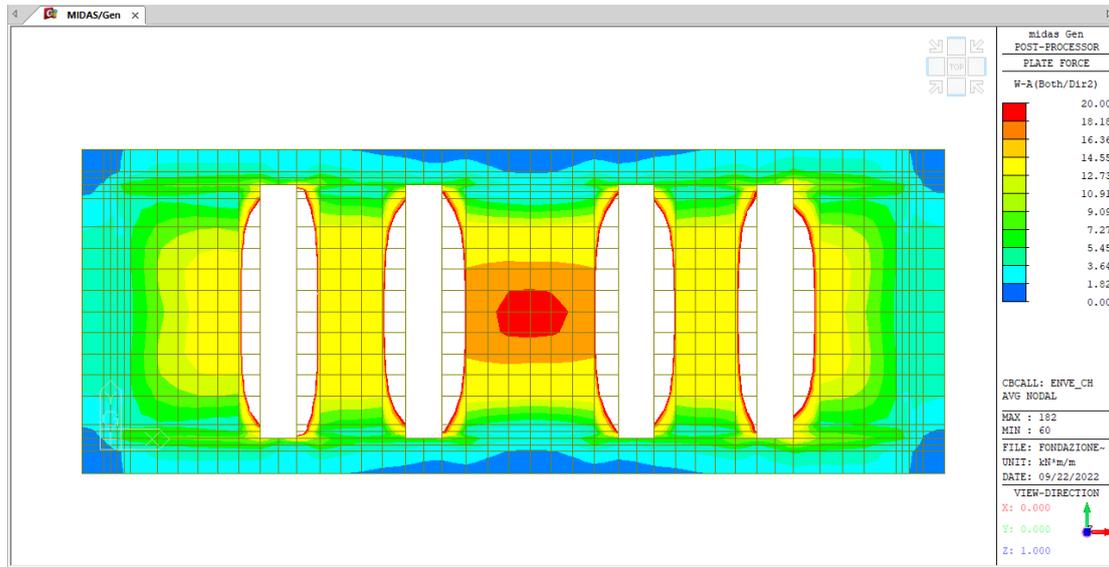


Figura 34 – Flessione - ENVE – CH – Armatura minima

Le aree trasparenti mostrano una sollecitazione superiore per il momento che tende le fibre superiori a quella minima pertanto si necessita di un infittimento.

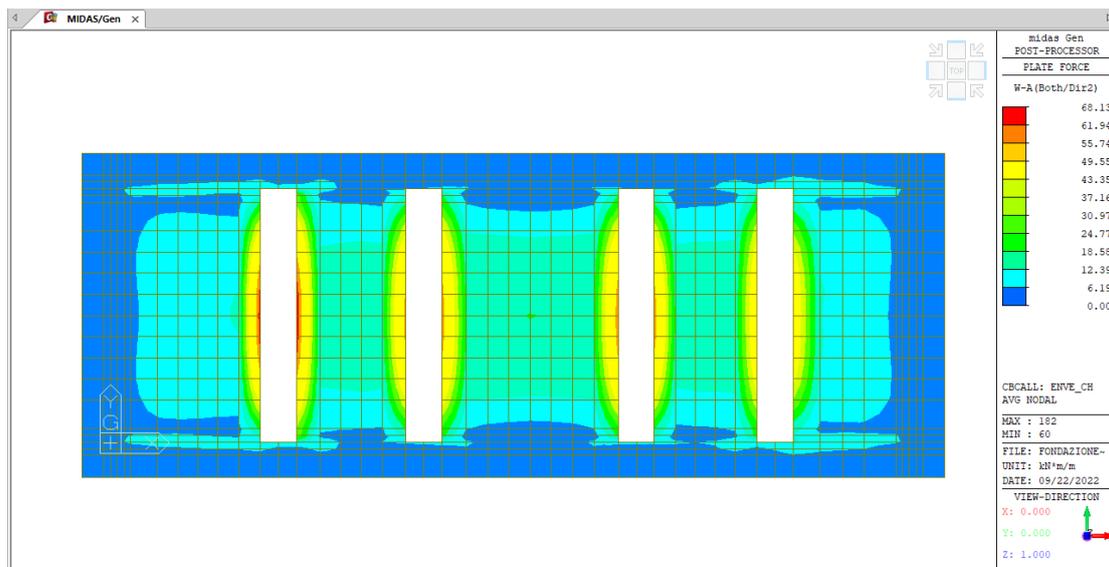


Figura 35 – Flessione - ENVE – CH – Armatura aggiuntiva

Si riporta la verifica in RCsec con armatura aggiuntiva.

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.
NOME SEZIONE: FOND-DIR2-T_infittimento

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	56 di 99

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	210000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16 + 6Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	2Ø16 + 4Ø16	(12.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.3	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	180.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOLGIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	57 di 99

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	70.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	70.00 (121.45)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta $> = 1.000$
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	1.00	180.00	1.18	257.61	1.431	43.6	0.15	0.70	28.1 (6.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00042	42.8	-0.01981	7.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	58 di 99

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
	(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.80	50.0	0.00	38.4	-112.8	42.8	12.8	1280	16.1	12.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= $(e1 + e3)/(2 \cdot e3)$ secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00066	0.00020	-0.00044	0.83	0.60	0.000322 (0.000322)	578	0.186 (0.20)	121.30

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.80	50.0	0.00	38.4	-112.5	42.8	12.8	1279	16.1	12.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00066	0.00020	-0.00044	0.83	0.40	0.000321 (0.000321)	578	0.186 (0.20)	121.45

La verifica è soddisfatta con un armatura complessiva pari a **Ø16/125 nelle zone di infittimento.**

9.2.3 Dir.1 (longitudinale)

Combinazione - SLR

Il momento agente è inferiore al momento resistente calcolato con il minimo di armatura pertanto la fondazione è verificata in combinazione di resistenza.

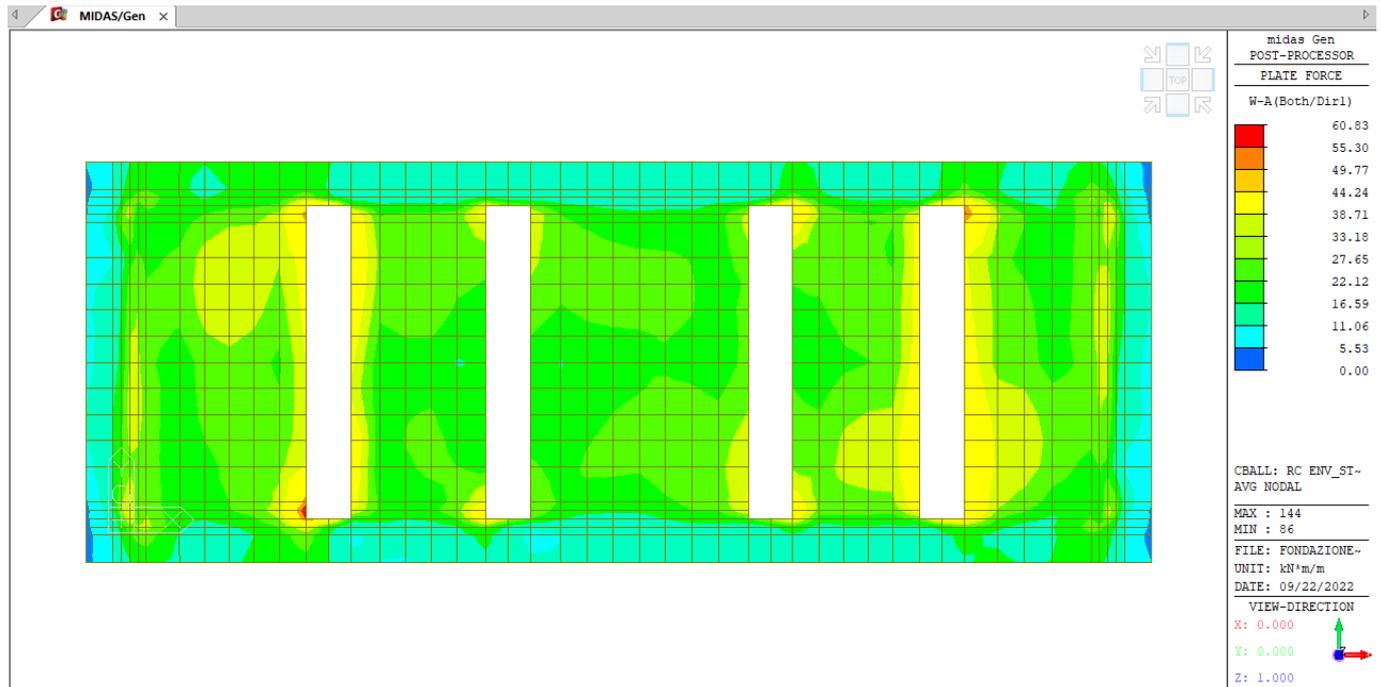


Figura 36 – Flessione - ENVE – SLR – Armatura minima

La sezione è verificata con Ø16/250

Combinazione SLE – Rara – Fessurazione

Il momento agente è inferiore al momento calcolato con il minimo di armatura pertanto la fondazione è verificata in combinazione di apertura di fessurazione.

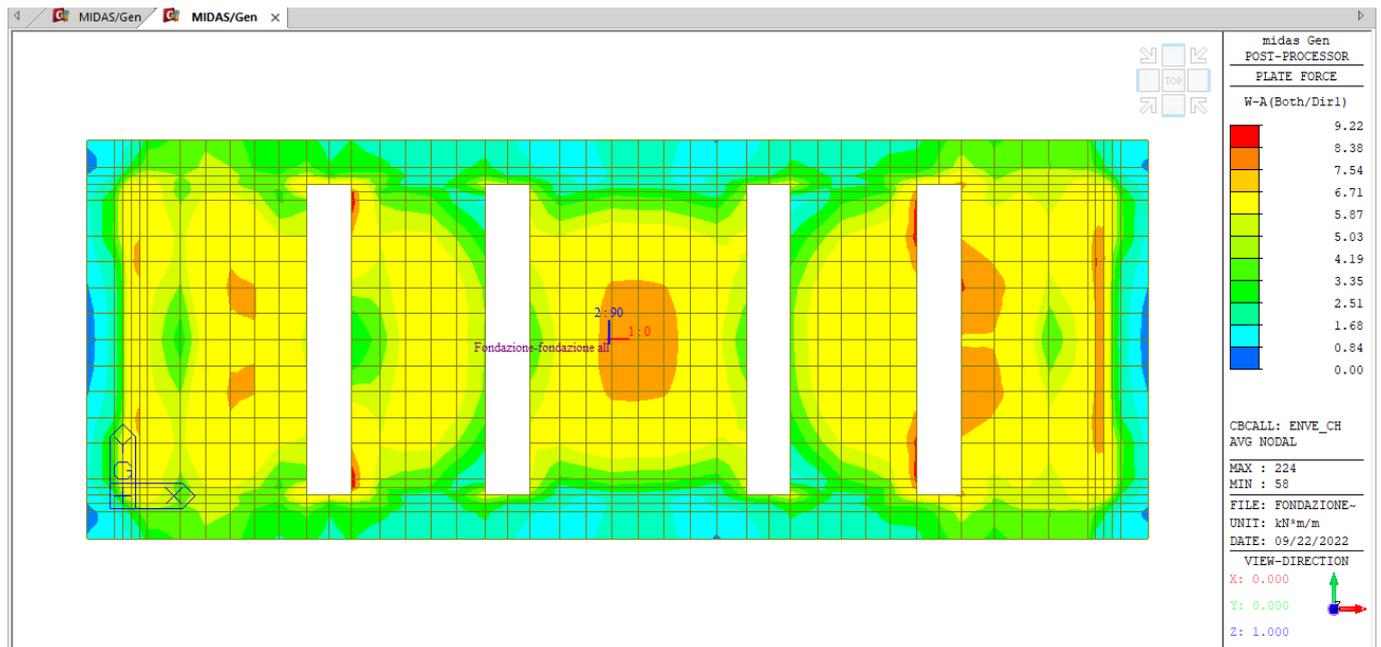


Figura 37 – Flessione - ENVE – CH – Armatura minima

La sezione è verificata con Ø16/250

9.2.4 Verifica a taglio

Si riporta la verifica a taglio della fondazione senza specifica armatura.

			FONDAZIONE	
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE	Var.	Unità	Valore	
Base della sezione trasversale	B	mm	1000	
Altezza della sezione trasversale	H	mm	500	
Diametro armatura ripartitore (ipot. solo per calcolo copriferro)	Φ1	mm	16	
Numero di barre per armatura (rip.)	N1	-	4	
Area armatura (rip.)	As1	mm ²	804	
Copriferro netto armatura (rip.)	c1,netto	mm	40	
Copriferro di calcolo armatura (rip.)	c1	mm	48	
Diametro armatura forza (min)	Φ2	mm	16	
Numero di barre per armatura (forza)	N2	-	4	
Area armatura (forza)	As2	mm ²	804	
Copriferro netto armatura (forza)	c2,netto	mm	56	
Copriferro di calcolo armatura (forza)	c2	mm	64	
Altezza utile minima di calcolo	d	mm	436	
Braccio della coppia interna (minimo)	z	mm	392	
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	Var.	Unità	Valore	
Resistenza a compressione cilindrica del cls	fck	N/mm ²	30.0	
Coefficiente di sicurezza del cls	γc	-	1.5	
Coefficiente di riduzione	acc	-	0.85	
Resistenza a compressione di progetto del cls	fcd	N/mm ²	17.00	
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	fyk	N/mm ²	450	
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γs	-	1.15	
Tensione di snervamento di design dell'acciaio	fyd	N/mm ²	391.30	
RESISTENZA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SENZA ARMATURA	Var.	Unità	Valore	
$k = \text{Min} [1 + (200/d)0.5; 2]$	k	-	1.68	
Rapporto geometrico di armatura tesa (forza)	r1	-	0.002	
	0.18 / γc	-	0.12	
$v_{\text{min}} = 0.035 k^{3/2} f_{\text{ck}}^{0.5}$	vmin	N/mm ²	0.42	
Sforzo assiale agente (minima compressione)	NEd	kN/m	0	
Tensione media di compressione nella sezione	scp	N/mm ²	0.00	
	k1		0.15	
$V_{\text{Rd,c}} = [C_{\text{Rd,c}} k (100 r_1 f_{\text{ck}})^{1/3} + k_1 s_{\text{cp}}] b_w d$	VRd,c	kN/m	155.22	
$\text{Min } V_{\text{Rd,c}} = (v_{\text{min}} + k_1 s_{\text{cp}}) b_w d$	Min(VRd,c)	kN/m	181.56	
Resistenza a Taglio di elem. senza armature trasv.	VRd,c	kN/m	181.6	
Sollecitazione di taglio agente	Ved	kN/m	140.0	
Coefficiente di verifica :				
- CS > 1.00 Soddisfatta pertanto armatura a taglio non necessaria	CS	-	1.30	
- CS < 1.00 Armatura a taglio necessaria				

Si esplicita la mappa di sollecitazione a taglio Vmax.

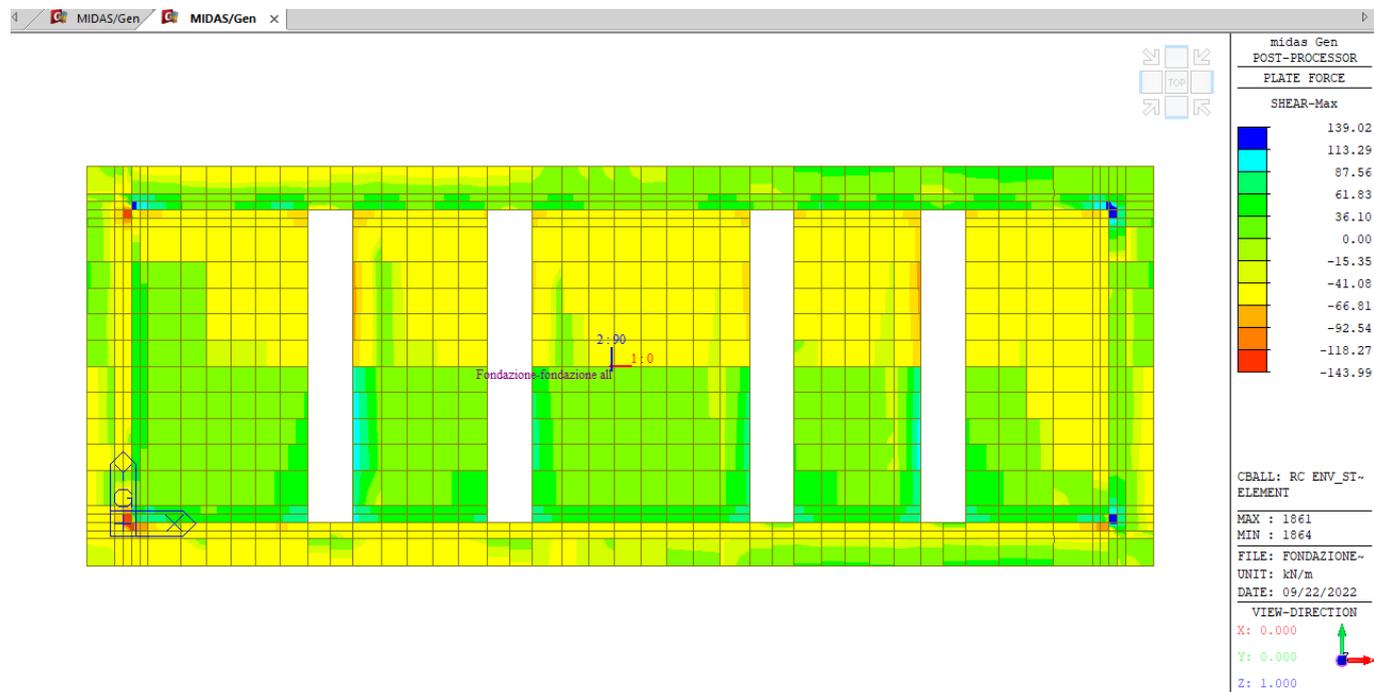


Figura 38– Taglio - ENVE – ST

Il taglio agente è inferiore al taglio resistente calcolato in assenza di armatura specifica trasversale, pertanto la fondazione è verificata in combinazione di resistenza.

Saranno disposte un numero di 4 spille Ø8 al mq secondo i criteri di minimo previsti da normativa.

9.2.5 Incidenza delle armature

Di seguito si riporta il calcolo eseguito dell'incidenza delle armature della platea di fondazione.

ARMATURA FONDAZIONE	var.	valore	u.m.
Copriferro netto (bordo - spilla)	c	40	mm
Ancoraggio (moltiplicatore diametro)	\varnothing_{anch}	50	-
Sovrapposizione (moltiplicatore diametro)	$\varnothing_{overlap}$	50	-

Armatura di forza (inferiore) lato terra	Esterna
---	----------------

	Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	250	mm
	lunghezza totale barra	L	8488	mm
	Quantità di armatura al ml	P_{s1}	54	kg
	Quantità totale di armatura in 1ml	$P_{s,LT}$	54	kg

Armatura di forza (superiore) lato scavo	Esterna
---	----------------

	Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	250	mm
	lunghezza totale barra	L	8488	mm
	Quantità di armatura al ml	P_{s1}	54	kg
	Quantità totale di armatura in 1ml	$P_{s,LS}$	54	kg

Armatura di ripartizione (inferiore) lato terra	Interna
--	----------------

	Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	250	mm
	num. di barre	n_T	28	-
	Incremento di lungh. per sovrapposizione	L_{add}	2400	mm
	Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sr,add}$	711	mm ³ /ml
	Quantità totale di armatura in 1ml	$P_{sr,LT}$	44	kg

Armatura di ripartizione (superiore) lato scavo	Interna
--	----------------

	Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	250	mm
	num. di barre	n_T	25	-
	Incremento di lungh. per sovrapposizione	L_{add}	2400	mm
	Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sr,add}$	635	mm ³ /ml
	Quantità totale di armatura in 1ml	$P_{sr,LS}$	39	kg

Armatura di bordo	
--------------------------	--

diametro	\varnothing	16	mm
----------	---------------	----	----

**RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE**

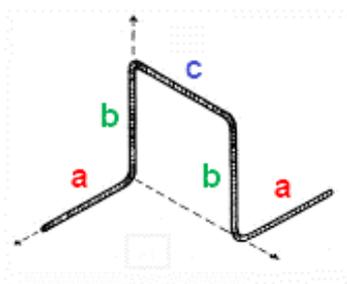
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	64 di 99

num. di barre in sezione trasversale	n_B	2	-
Incremento di lungh. per sovrapposizione	L_{add}	17040	mm
Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sb,add}$	180	mm ³ /ml
Quantità totale di armatura in 1ml	P_{sb}	3	kg

Armatura a taglio

diametro spille	\varnothing	8	mm
passo in x	S_x	500	mm
passo in y	S_y	500	mm
n° di spille al mq	n_{sp}	4	-
n°spille al ml di fondazione	n_{ml}	25	-
Lunghezza ancoraggio spilla	$L_{a,sp}$	100	mm
Lunghezza spilla	L_{sp}	620	mm ²
Quantità totale spille in 1ml	P_{sp}	6	kg

Cavallotti



\varnothing	16	mm
a	250	mm
b	340	mm
c	600	mm
A_{ca}	201	mm ²
passo in x	1000	mm
passo in y	1000	mm
n_{ca}/mq	1	-
n_{ca}/ml	7	-
L_{ca}	1780	mm
P_{ca}	20	kg

INCIDENZA FONDAZIONE

Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
Peso totale armatura fondazione	$V_{F,tot}$	228	kg
Volume calcestruzzo fondazione	V_F	3.5	m ³
INCIDENZA	i_{FOND}	65	kg/m³

9.3 Verifica della trave di fondazione

Le strutture delle fondazioni superficiali devono essere progettate assumendo un comportamento non dissipativo (conservativamente si è utilizzato un fattore di struttura unitario); non sono quindi necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile.

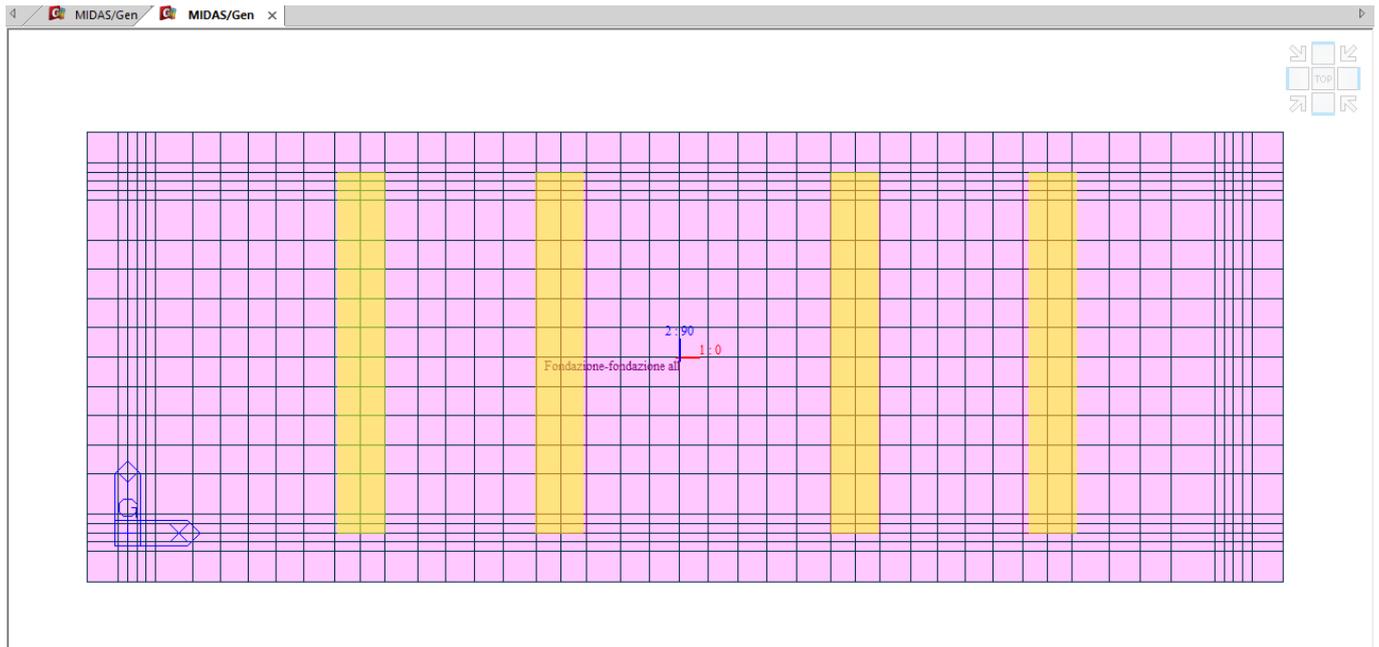


Figura 39– Identificazione travi

9.3.1 Armatura minima

CARPENTERIA & ARMATURA	VAR.	UNITÀ	VALORE
Base della sez. trasversale (larghezza media della sez. trasversale)	b_t	cm	80.00
Altezza della sezione trasversale	h	cm	110.00
Copriferro min (dist. min tra bordo sezione ed asse delle armature)	c_{min}	cm	5.60
Altezza utile della sezione	$d = h - c$	cm	104.40
Armatura di forza	Armature: ==>		Φ16/125
	A_{s1}	cm ²	12.87

PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO E DELL'ACCIAIO

Proprietà del calcestruzzo a lungo termine (28 giorni):

Classe di resistenza			C25/30
Resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	MPa	30.00
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	MPa	24.90
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	MPa	2.56

Proprietà del calcestruzzo a breve termine (3 giorni):

Età di fessurazione (n=3 giorni in mancanza di informazioni più prec)	t_c	-	3.00
Classe di cemento adottata	s	-	classe N
Resistenza media a trazione a t_c giorni	$f_{ctm}(t_c)$	MPa	1.53
Tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata	$\sigma_t = f_{ctm}(t_c) / 1.2$	GPa	1.28

Acciaio:

Classe di resistenza			B450C
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	MPa	450.00

ARMATURA MINIMA DI FORZA

T2

Armatura minima di base:

Area minima 1 in zona tesa	$A_{smin1} = (0.0013 b_t d)$	cm ²	10.86
Area minima 2 in zona tesa	$A_{smin2} = 0.26 \times (f_{ctm} / f_y) \times b_t d$	cm ²	12.34
Area minima richiesta in zona tesa	$A_{smin} = \max(A_{smin1}; A_{smin2})$	cm ²	12.34
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	12.87
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme			1.04

ok

Armatura minima per effetti da ritiro:

Rapporto di fessurazione a breve termine	$\rho_{crit} = f_{ctm} / f_{yk}$		2.83E-03
Coefficiente k (k = 1.0 per $h \leq 300$ mm; k = 0.65 per $h \geq 800$ mm)	k		0.65
Coeff. k_c (Pura trazione=1, altrimenti vedi §7.3.2 (2) UNIEN1992-1-1-2015)	k_c		1.00
Area di calcolo del calcestruzzo tesa (si assume trazione pura)	A_{ct}	cm ²	8800.00
Area minima di armatura per lato richiesta per effetti da ritiro	$A_{s,min} = k k_c (f_{ctm} / f_{yk}) A_{ct} / 2$	cm ²	8.11
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	12.87
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme	As1 / Asmin > 1	-	1.59

9.3.2 Dir.2 (trasversale)

Combinazione - SLR

Si riporta la mappa di sollecitazione massima.

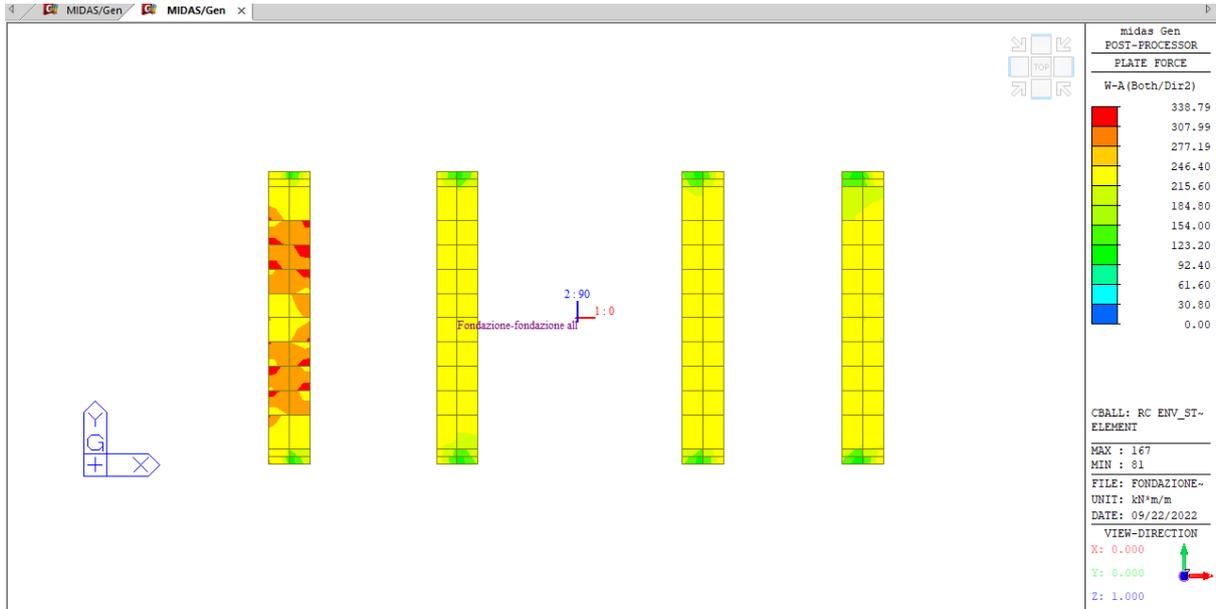


Figura 40 – Flessione - ENVE – SLR

Combinazione SLE – Rara – Fessurazione

Si riporta la mappa di sollecitazione massima .

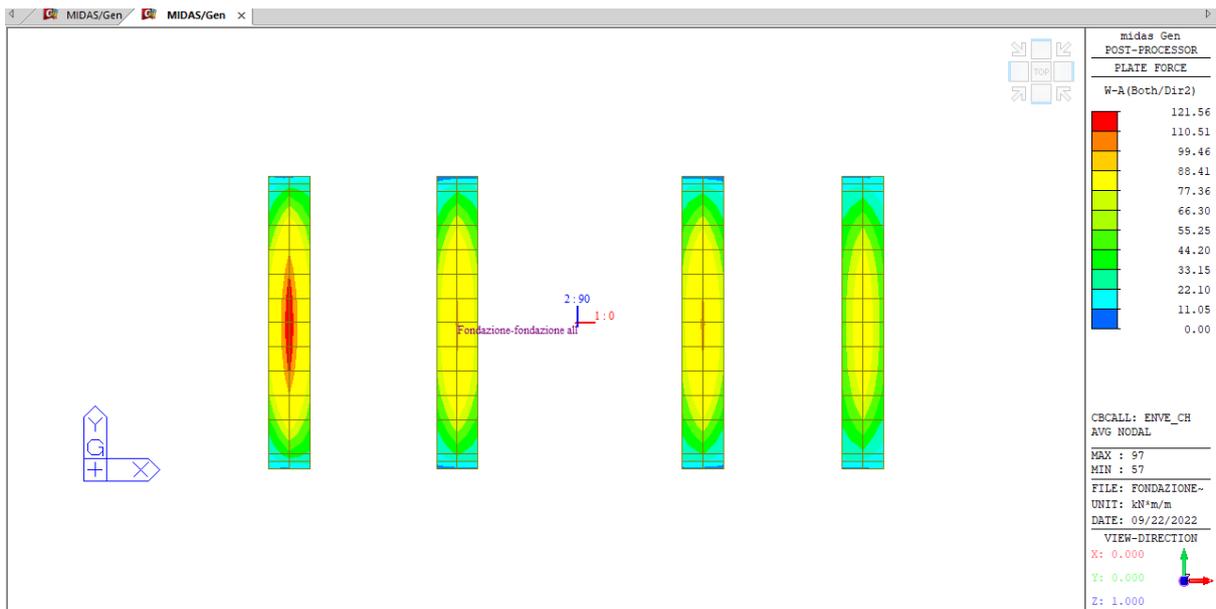


Figura 41 – Flessione - ENVE – CH

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	68 di 99

Si riporta la verifica in RCsec con armatura di progetto massima Superiore.

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVE FOND-DIR2-T

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	210000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	80.0	cm
Altezza:	95.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16 + 4Ø20	(16.6 cm ²)
Barre superiori:	6Ø16	(12.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.3	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb. N Mx Vy MT

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	69 di 99

1 1.00 340.00 0.00 0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	122.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	1.00	122.00 (348.59)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)										
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico										
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)										
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico										
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000										
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.										
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45										
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]										
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)										
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa	
1	S	1.00	340.00	1.10	551.30	1.621	87.8	0.08	0.70	28.7 (10.4)	

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	70 di 99

1	0.00350	95.0	-0.00002	87.8	-0.03946	7.2
---	---------	------	----------	------	----------	-----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.70	95.0	0.00	75.7	-90.5	87.8	18.0	1440	16.6	13.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e3 Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
 K2 = (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00048	0.00012	-0.00036	0.88	0.60	0.000259 (0.000259)	703	0.182 (0.20)	348.12

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.70	95.0	0.00	75.6	-90.2	87.8	18.0	1440	16.6	13.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00047	0.00012	-0.00036	0.88	0.40	0.000258 (0.000258)	703	0.181 (0.20)	348.59

La verifica è soddisfatta con un armatura complessiva pari a Ø16 come reggistaffa, mentre ad estradosso abbiamo un 'armatura di infittimento pari a 4Ø20.

9.3.3 Verifica a taglio

Si riporta la verifica a taglio della fondazione senza specifica armatura.

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE	Var.	Unità	TRAVI Valore
Base della sezione trasversale	B	mm	800
Altezza della sezione trasversale	H	mm	950
Diametro armatura ripartitore (ipot. solo per calcolo copriferro)	Φ1	mm	16
Numero di barre per armatura (rip.)	N1	-	4
Area armatura (rip.)	As1	mm ²	804
Copriferro netto armatura (rip.)	c1,netto	mm	40
Copriferro di calcolo armatura (rip.)	c1	mm	48
Diametro armatura forza (min)	Φ2	mm	16
Numero di barre per armatura (forza)	N2	-	4
Area armatura (forza)	As2	mm ²	804
Copriferro netto armatura (forza)	c2,netto	mm	56
Copriferro di calcolo armatura (forza)	c2	mm	64
Altezza utile minima di calcolo	d	mm	886
Braccio della coppia interna (minimo)	z	mm	797
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
Resistenza a compressione cilindrica del cls	f _{ck}	N/mm ²	30.0
Coefficiente di sicurezza del cls	γ _c	-	1.5
Coefficiente di riduzione	acc	-	0.85
Resistenza a compressione di progetto del cls	f _{cd}	N/mm ²	17.00
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	N/mm ²	450
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γ _s	-	1.15
Tensione di snervamento di design dell'acciaio	f _{yd}	N/mm ²	391.30
RESISTENZA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SENZA ARMATURA			
$k = \text{Min} [1 + (200/d)0.5; 2]$	k	-	1.48
Rapporto geometrico di armatura tesa (forza)	r ₁	-	0.001
	0.18 / γ _c	-	0.12
$v_{\text{min}} = 0.035 k^{3/2} f_{\text{ck}}^{0.5}$	v _{min}	N/mm ²	0.34
Sforzo assiale agente (minima compressione)	N _{Ed}	kN/m	0
Tensione media di compressione nella sezione	s _{cp}	N/mm ²	0.00
	k ₁		0.15
$V_{\text{Rd,c}} = [C_{\text{Rd,c}} k (100 r_1 f_{\text{ck}})^{1/3} + k_1 s_{\text{cp}}] b_w d$	V _{Rd,c}	kN/m	188.74
$\text{Min } V_{\text{Rd,c}} = (v_{\text{min}} + k_1 s_{\text{cp}}) b_w d$	Min(V _{Rd,c})	kN/m	243.44
Resistenza a Taglio di elem. senza armature trasv.	V_{Rd,c}	kN/m	<u>243.4</u>

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE	Var.	Unità	TRAVI Valore
Base della sezione trasversale	B	mm	800
Altezza della sezione trasversale	H	mm	1100
Diametro armatura ripartitore (ipot. solo per calcolo copriferro)	Φ1	mm	16
Numero di barre per armatura (rip.)	N1	-	4
Area armatura (rip.)	As1	mm ²	804
Copriferro netto armatura (rip.)	c1,netto	mm	40
Copriferro di calcolo armatura (rip.)	c1	mm	48
Diametro armatura forza (min)	Φ2	mm	16
Numero di barre per armatura (forza)	N2	-	4
Area armatura (forza)	As2	mm ²	804
Copriferro netto armatura (forza)	c2,netto	mm	56
Copriferro di calcolo armatura (forza)	c2	mm	64
Altezza utile minima di calcolo	d	mm	1036
Braccio della coppia interna (minimo)	z	mm	932
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
Resistenza a compressione cilindrica del cls	fck	N/mm ²	30.0
Coefficiente di sicurezza del cls	γc	-	1.5
Coefficiente di riduzione	acc	-	0.85
Resistenza a compressione di progetto del cls	fcd	N/mm ²	17.00
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	fyk	N/mm ²	450
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γs	-	1.15
Tensione di snervamento di design dell'acciaio	fyd	N/mm ²	391.30
RESISTENZA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SENZA ARMATURA			
$k = \text{Min} [1+(200/d)0.5; 2]$	k	-	1.44
Rapporto geometrico di armatura tesa (forza)	r1	-	0.001
	$0.18 / \gamma_c$	-	0.12
$v_{\text{min}} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{0.5}$	vmin	N/mm ²	0.33
Sforzo assiale agente (minima compressione)	NEd	kN/m	0
Tensione media di compressione nella sezione	scp	N/mm ²	0.00
	k1		0.15
$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 r_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 s_{cp}] b_w d$	VRd,c	kN/m	204.41
$\text{Min } V_{Rd,c} = (v_{\text{min}} + k_1 s_{cp}) b_w d$	Min(VRd,c)	kN/m	274.37
Resistenza a Taglio di elem. senza armature trasv.	VRd,c	kN/m	<u>274.4</u>

Si esplicita la mappa di sollecitazione a taglio Vmax.

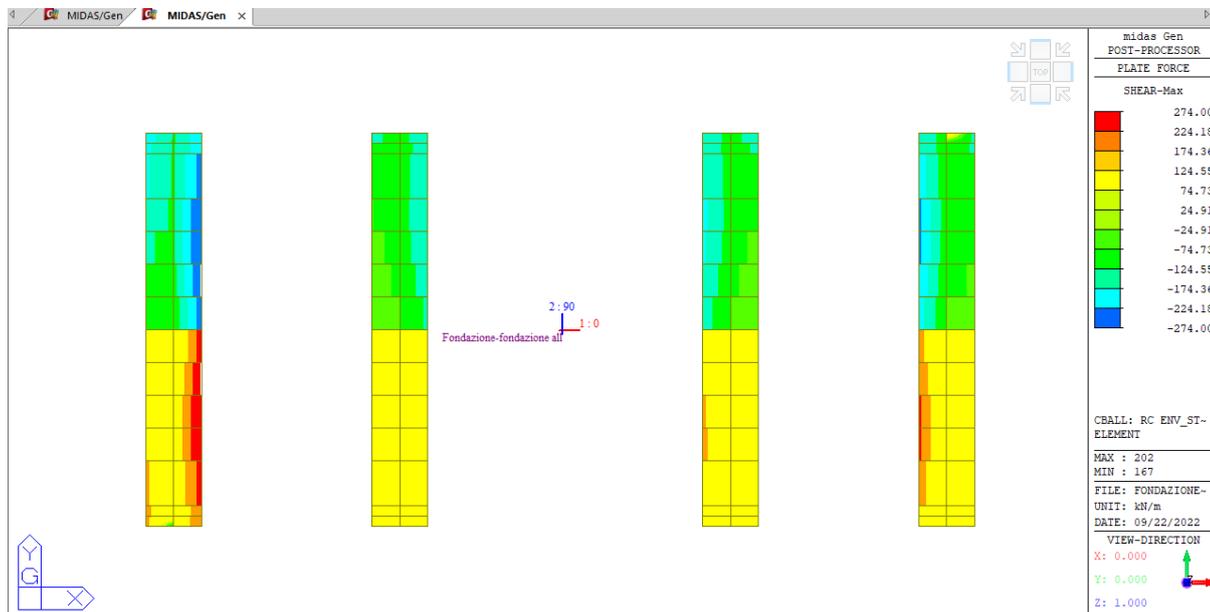


Figura 42 – Taglio - ENVE – SLR

La sezione è verificata con **Ø8 / 20 con due braccia.**

9.4 Verifica delle pareti perimetrali

Le strutture delle fondazioni superficiali devono essere progettate assumendo un comportamento non dissipativo (conservativamente si è utilizzato un fattore di struttura unitario); non sono quindi necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile.

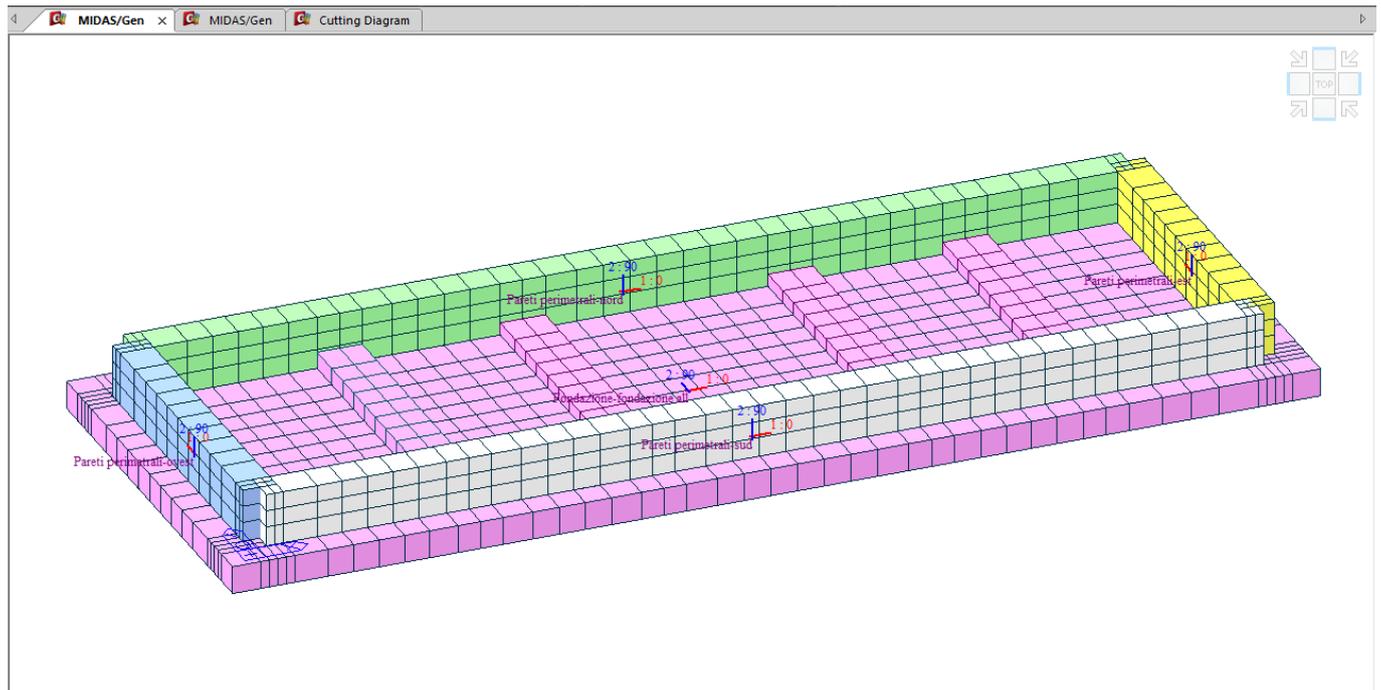


Figura 43 – identificazione della pareti perimetrali di fondazione

9.4.1 Armatura minima

CARPENTERIA & ARMATURA	VAR.	UNITÀ	VALORE
Base della sez. trasversale (larghezza media della sez. trasversale)	b_t	cm	100.00
Altezza della sezione trasversale	h	cm	60.00
Copriferro min (dist. min tra bordo sezione ed asse delle armature)	c_{min}	cm	5.60
Altezza utile della sezione	$d = h - c$	cm	54.40
Spille di collegamento	spille	==>	4Φ8/mq
<i>Armatura minima scelta per flessione:</i> Piastra a portanza unidirezionale			
Armatura di forza	Armature:	==>	Φ16/250
	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura di ripartizione	Armature:	==>	Φ16/250
	A_{s1}	cm ²	8.04

PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO E DELL'ACCIAIO

Proprietà del calcestruzzo a lungo termine (28 giorni):

Classe di resistenza			C25/30
Resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	MPa	30.00
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	MPa	24.90
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	MPa	2.56

Proprietà del calcestruzzo a breve termine (3 giorni):

Età di fessurazione (n=3 giorni in mancanza di informazioni più prec)	t_c	-	3.00
Classe di cemento adottata	s	-	classe N
Resistenza media a trazione a t_c giorni	$f_{ctm}(t_c)$	MPa	1.53
Tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata	$\sigma_t = f_{ctm}(t_c) / 1.2$	GPa	1.28

Acciaio:

Classe di resistenza			B450C
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	MPa	450.00

ARMATURA MINIMA DI FORZA

Armatura minima di base:

Area minima 1 in zona tesa	$A_{smin1} = (0.0013 b_t d)$	cm ²	7.07
Area minima 2 in zona tesa	$A_{smin2} = 0.26 \times (f_{ctm} / f_y) \times b_t d$	cm ²	8.04
Area minima richiesta in zona tesa	$A_{smin} = \max(A_{smin1}; A_{smin2})$	cm ²	8.04
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme			1.00

ok

Armatura minima per effetti da ritiro:

Rapporto di fessurazione a breve termine	$\rho_{crit} = f_{ctm} / f_{yk}$		2.83E-03
Coefficiente k (k = 1.0 per $h \leq 300$ mm; k = 0.65 per $h \geq 800$ mm)	k		0.79
Coeff. k_c (Pura trazione=1, altrimenti vedi §7.3.2 (2) UNIEN1992-1-1-2015)	k_c		1.00
Area di calcolo del calcestruzzo tesa (si assume trazione pura)	A_{ct}	cm ²	6000.00
Area minima di armatura per lato richiesta per effetti da ritiro	$A_{s,min} = k k_c (f_{ctm} / f_{yk}) A_{ct} / 2$	cm ²	6.72
Area minima scelta in zona tesa	A_{s1}	cm ²	8.04
Armatura minima per lato scelta in accordo alle vigenti norme	As1 / Asmin > 1	-	1.20

9.4.2 Dir.2 (verticale)

Combinazione - SLR

Si riporta la mappa di sollecitazione massima.

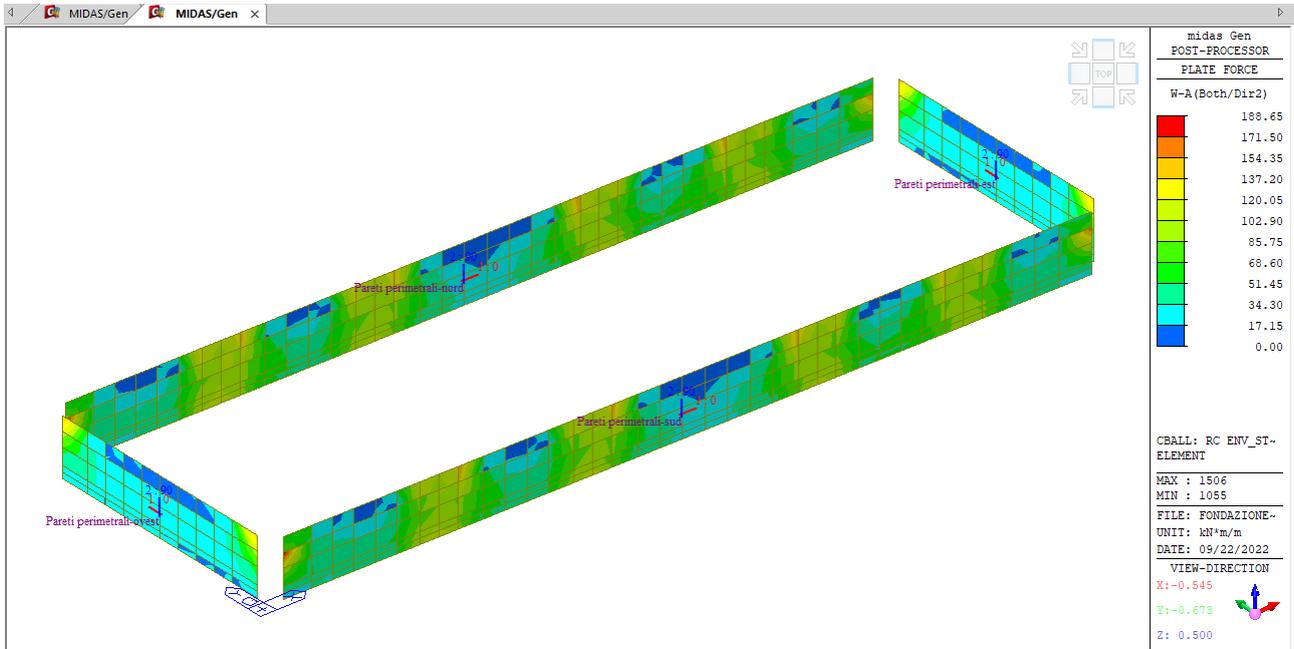


Figura 44 – Flessione - ENVE – SLR

Combinazione SLE – Rara – Fessurazione

Si riporta la mappa di sollecitazione massima.

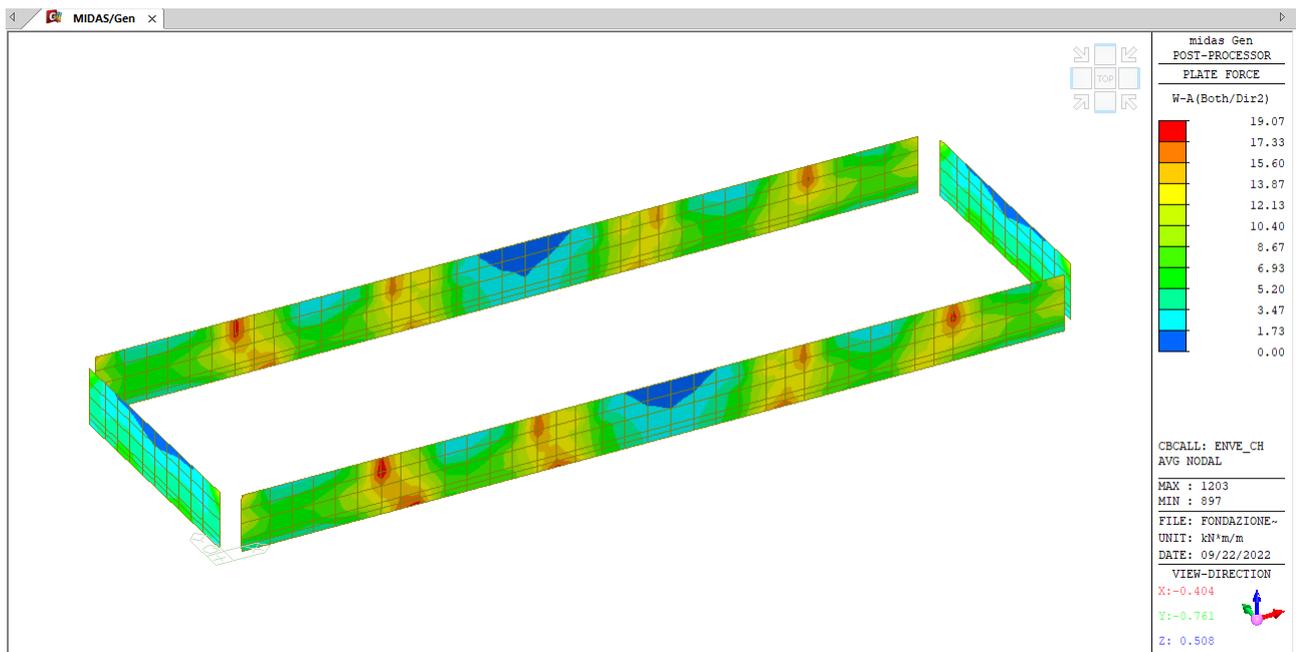


Figura 45 – Flessione - ENVE – CH

Figura

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	77 di 99

Si riporta la verifica in RCsec con armatura di progetto massima Superiore.

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: Parete perimetrale

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	210000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16 + 6Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	2Ø16 + 6Ø16	(16.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.3	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb. N Mx Vy MT

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	78 di 99

1 1.00 188.00 0.00 0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	19.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	1.00	19.00 (175.98)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)										
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico										
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)										
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico										
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000										
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.										
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45										
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]										
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)										
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa	
1	S	1.00	188.00	0.86	320.77	1.706	53.5	0.12	0.70	32.2 (7.8)	12)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00035	52.8	-0.02477	7.2

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	79 di 99

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.53	60.0	0.00	47.1	-24.6	52.8	15.7	1571	16.1	12.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00014	0.00004	-0.00009	0.83	0.60	0.000070 (0.000070)	660	0.046 (0.20)	175.01

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.53	60.0	0.00	47.0	-24.3	52.8	15.7	1567	16.1	12.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00014	0.00004	-0.00009	0.83	0.40	0.000069 (0.000069)	659	0.046 (0.20)	175.98

La verifica è soddisfatta con un armatura complessiva pari a Ø16 come reggistaffa, mentre ad estradosso abbiamo un'armatura di infittimento pari a 4Ø20.

9.4.3 Dir.1 (orizzontale)

Combinazione - SLR

Si individua l'azione assiale massima al metro lineare conservativamente mediante una section cut nelle due pareti per verifica delle due sezioni.

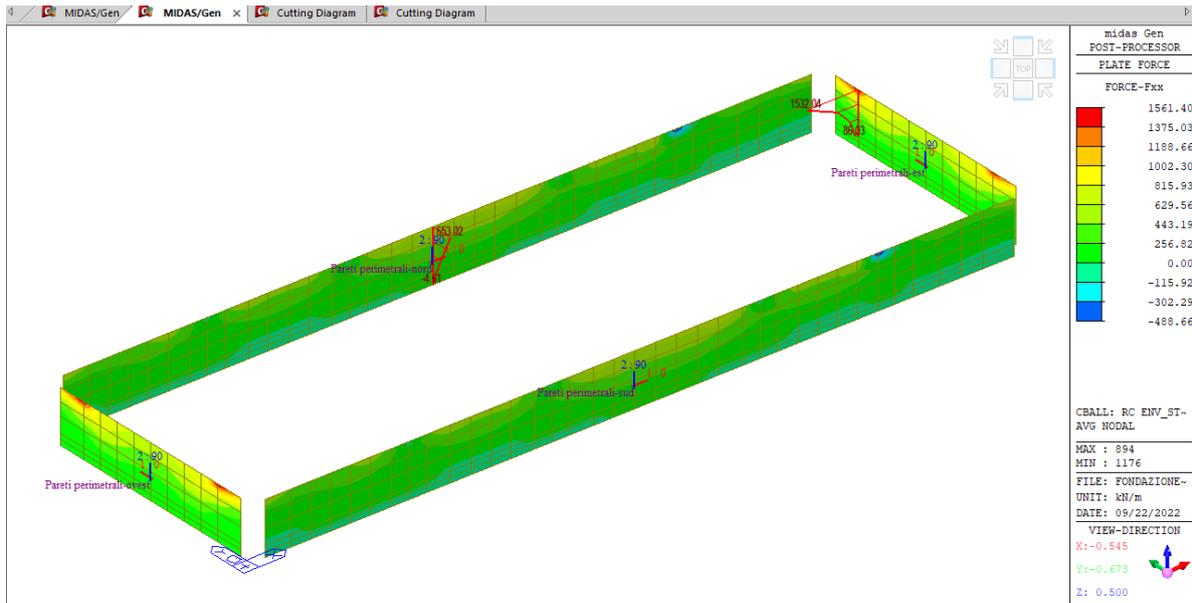
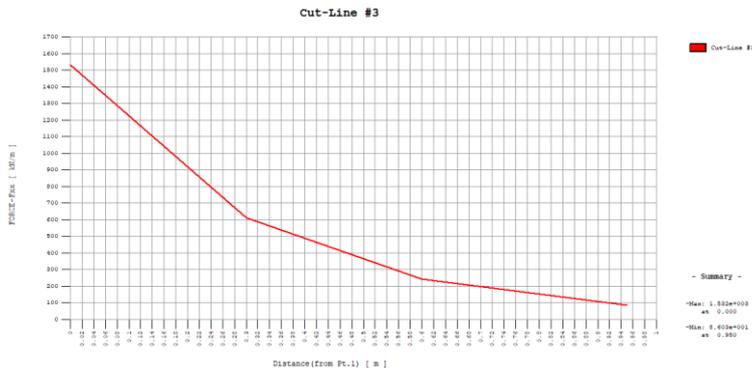


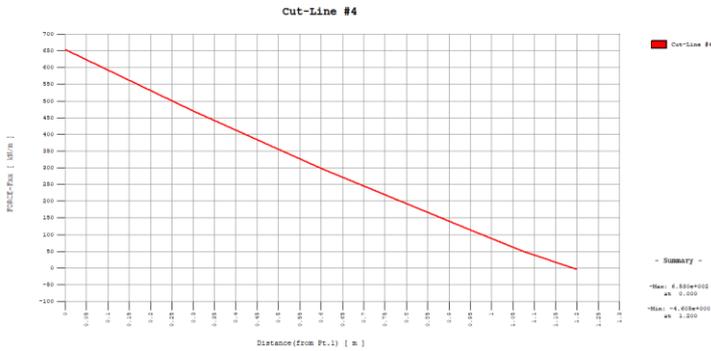
Figura 46 – Fxx - ENVE – SLR



Il valore complessivo dell'azione assiale è il valore dell'integrale (sulla lunghezza della section cut

$$\begin{aligned} \text{Ned totale} &= 503.75 \text{ kN/m} \\ \text{Lsection cut} &= 0.95\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Ned} = 531 \text{ kN/m}$$



Il valore complessivo dell'azione assiale è il valore dell'integrale (sulla lunghezza della section cut

Ned totale = 356.25kN/m
Lsection cut = 0.95m

Ned = 375 kN/m

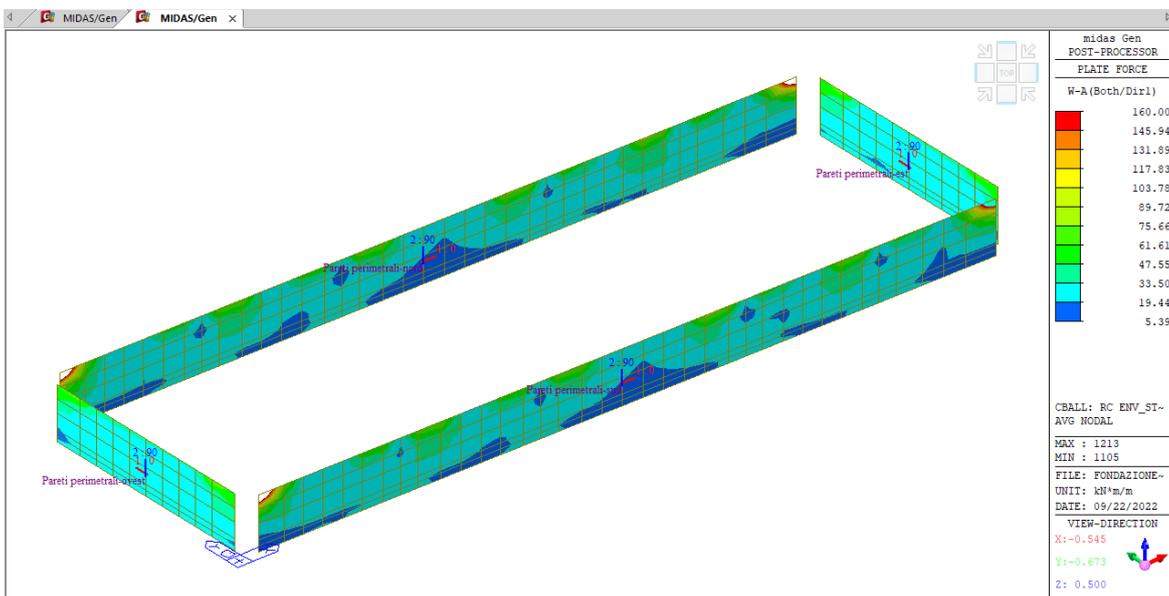


Figura 47 – Flessione - ENVE – SLR – Armatura minima

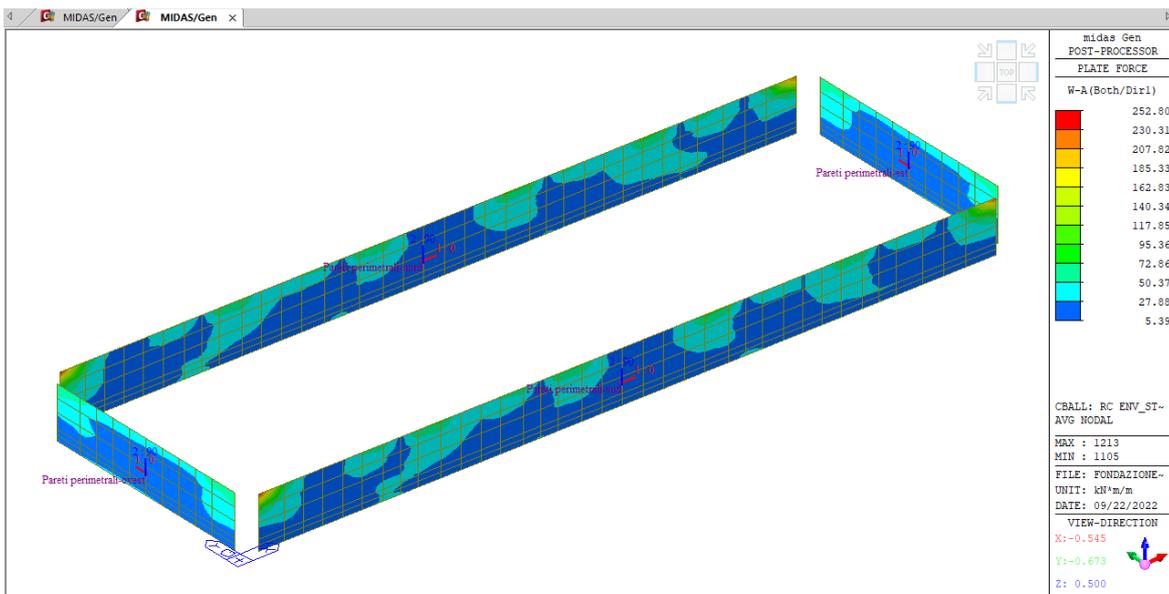


Figura 48 – Flessione - ENVE – SLR – Armatura minima

Si rinvia alla verifica al termine del paragrafo SLE.

Combinazione SLE – Rara – Fessurazione

Si individua l'azione assiale massima al metro lineare conservativamente mediante una section cut nelle due pareti per verifica delle due sezioni.

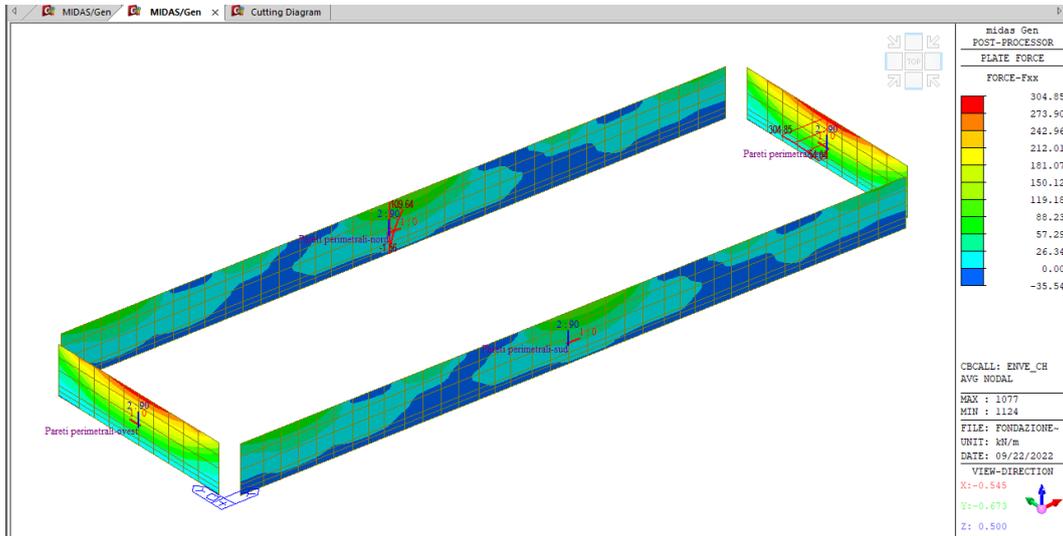
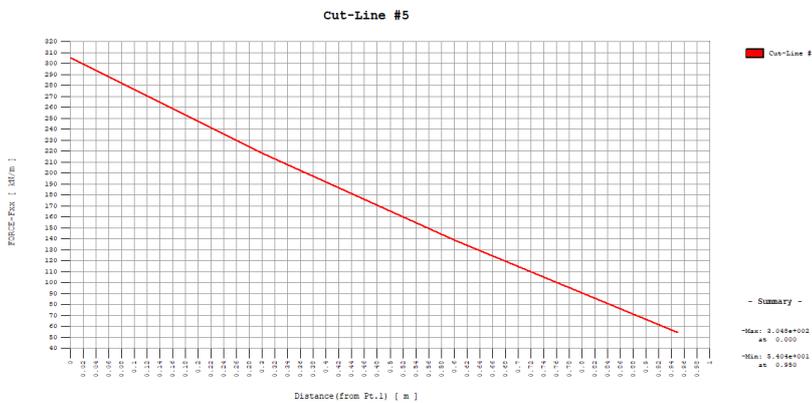


Figura 49 – Fxx - ENVE – CH

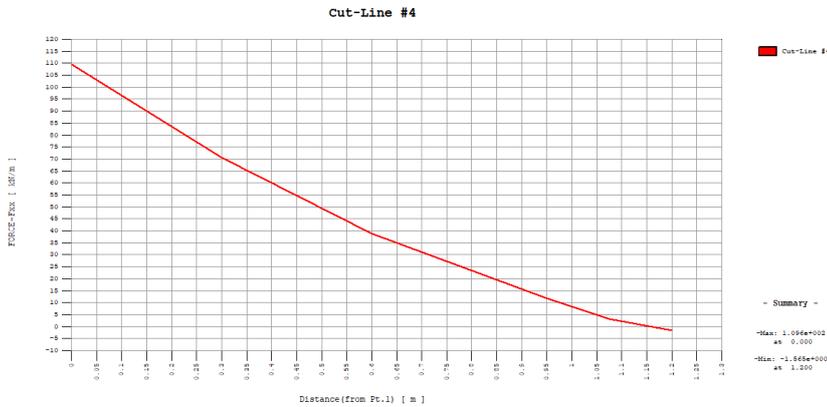


Il valore complessivo dell'azione assiale è il valore dell'integrale sulla lunghezza della section cut

$$\text{Ned totale} = 171 \text{ kN/m}$$

$$L_{\text{section cut}} = 0.95 \text{ m}$$

$$\text{Ned} = 180 \text{ kN/m}$$



Il valore complessivo dell'azione assiale è il valore dell'integrale sulla lunghezza della section cut

Ned totale = 60 kN/m
Lsection cut = 0.95m

Ned = 63 kN/m

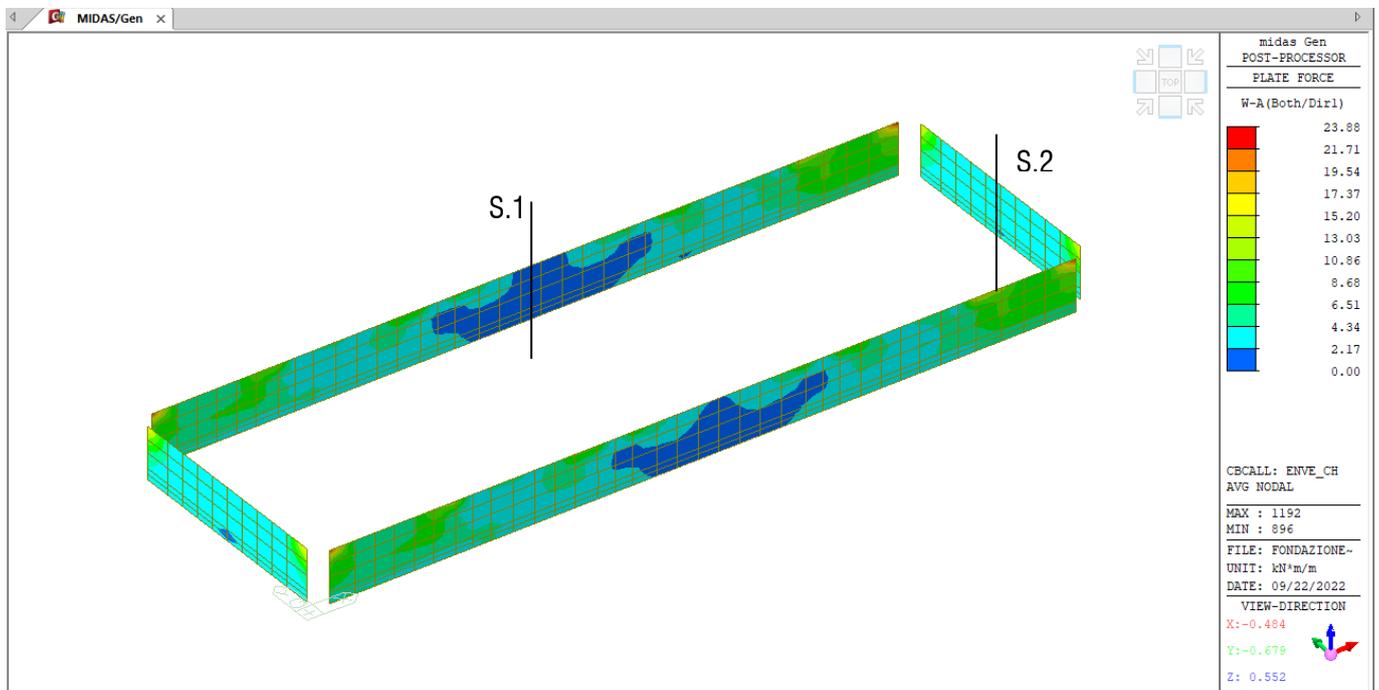


Figura 50 – Flessione - ENVE – CH – Armatura minima

Si riportano le verifiche SLR e SLE per le due sezioni .

9.4.3.1 SEZIONE 1

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: Parete Fondazione S.1

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	210000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16 + 6Ø16	(16.1 cm ²)
Barre superiori:	2Ø16 + 6Ø16	(16.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.3	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	85 di 99

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-375.00	80.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-62.50	24.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-62.50	24.00 (137.30)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-375.00	80.00	-374.70	232.46	2.906	54.5	0.10	0.70	32.2 (7.8) 12)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	86 di 99

1	0.00350	60.0	-0.00111	52.8	-0.03027	7.2
---	---------	------	----------	------	----------	-----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.54	60.0	0.00	52.8	-50.9	52.8	17.6	1760	16.1	12.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00028	0.00004	-0.00019	0.83	0.60	0.000145 (0.000145)	714	0.104 (0.20)	137.30

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.54	60.0	0.00	52.8	-50.9	52.8	17.6	1760	16.1	12.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00028	0.00004	-0.00019	0.83	0.40	0.000145 (0.000145)	714	0.104 (0.20)	137.30

Le verifiche sono soddisfatte predisponendo Ø16/125 ambo i lati

9.4.3.2 SEZIONE 2

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: Parete fondazione S.2

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.8 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.0 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	210000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.5 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	4Ø20 + 4Ø16	(20.6 cm ²)
Barre superiori:	4Ø20 + 4Ø16	(20.6 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.3	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	88 di 99

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-530.00	252.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-180.00	24.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-180.00	24.00 (100.35)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.3 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-530.00	252.00	-530.21	278.01	1.103	54.1	0.11	0.70	41.2 (7.8) 12)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	89 di 99

1	0.00350	60.0	-0.00092	52.6	-0.02789	7.4
---	---------	------	----------	------	----------	-----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.00	60.0	0.00	59.9	-69.4	52.6	37.0	3700	41.2	12.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00037	-0.00005		0.56	0.60	0.000198 (0.000198)	533	0.106 (0.20)	100.35

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.00	60.0	0.00	59.9	-69.4	52.6	37.0	3700	41.2	12.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00037	-0.00005		0.56	0.40	0.000198 (0.000198)	533	0.106 (0.20)	100.35

Le verifiche sono soddisfatte predisponendo Ø16/250 + Ø20/250 ambo i lati

9.4.4 Verifica a taglio

Si riporta la verifica a taglio della fondazione senza specifica armatura.

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE	Var.	Unità	PARETE Valore
Base della sezione trasversale	B	mm	1000
Altezza della sezione trasversale	H	mm	600
Diametro armatura ripartitore (ipot. solo per calcolo copriferro)	$\Phi 1$	mm	16
Numero di barre per armatura (rip.)	N1	-	4
Area armatura (rip.)	As1	mm ²	804
Copriferro netto armatura (rip.)	c1,netto	mm	40
Copriferro di calcolo armatura (rip.)	c1	mm	48
Diametro armatura forza (min)	$\Phi 2$	mm	16
Numero di barre per armatura (forza)	N2	-	4
Area armatura (forza)	As2	mm ²	804
Copriferro netto armatura (forza)	c2,netto	mm	56
Copriferro di calcolo armatura (forza)	c2	mm	64
Altezza utile minima di calcolo	d	mm	536
Braccio della coppia interna (minimo)	z	mm	482
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
Resistenza a compressione cilindrica del cls	fck	N/mm ²	30.0
Coefficiente di sicurezza del cls	γ_c	-	1.5
Coefficiente di riduzione	α_{cc}	-	0.85
Resistenza a compressione di progetto del cls	fcd	N/mm ²	17.00
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	fyk	N/mm ²	450
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γ_s	-	1.15
Tensione di snervamento di design dell'acciaio	fyd	N/mm ²	391.30
RESISTENZA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SENZA ARMATURA			
$k = \text{Min} [1+(200/d)0.5; 2]$	k	-	1.61
Rapporto geometrico di armatura tesa (forza)	r1	-	0.002
$v_{\text{min}} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{0.5}$	0.18 / γ_c	-	0.12
Sforzo assiale agente (minima compressione)	vmin	N/mm ²	0.39
Tensione media di compressione nella sezione	NEd	kN/m	0.00
	scp	N/mm ²	0.00
	k1	-	0.15
$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 r_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 s_{cp}] b_w d$	VRd,c	kN/m	171.07
$\text{Min } V_{Rd,c} = (v_{\text{min}} + k_1 s_{cp}) b_w d$	Min(VRd,c)	kN/m	210.08
Resistenza a Taglio di elem. senza armature trasv.	VRd,c	kN/m	210.1

Si esplicita la mappa di sollecitazione a taglio Vmax.

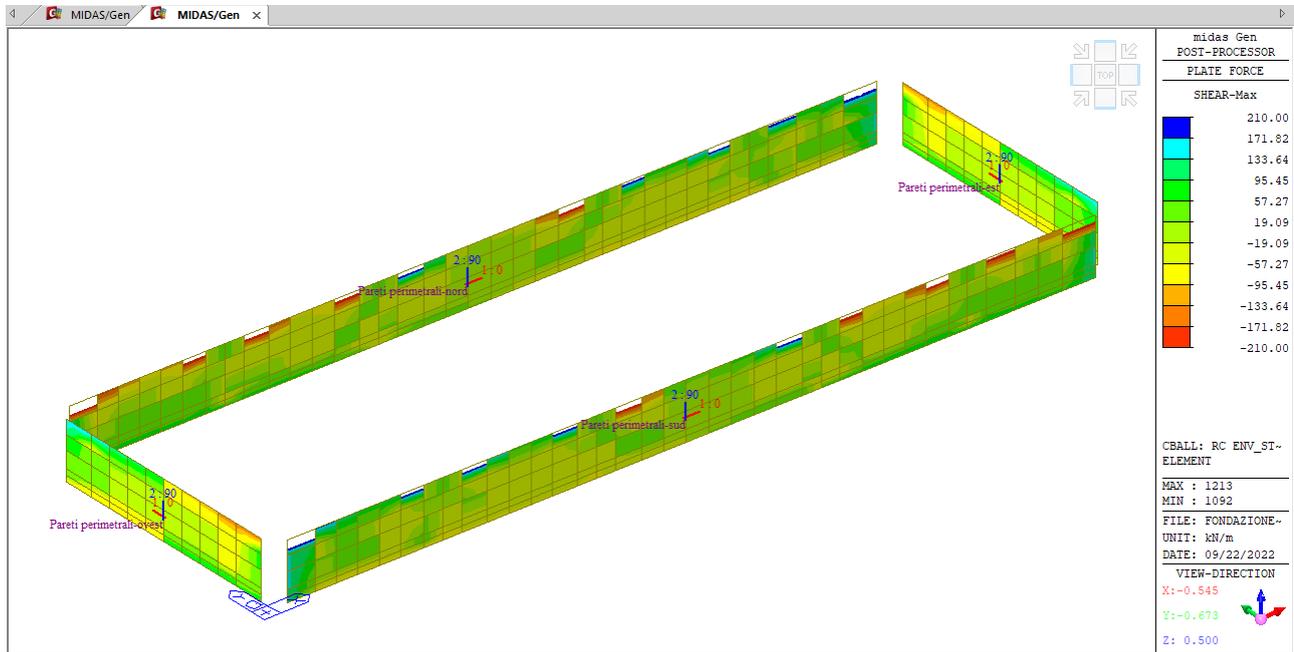
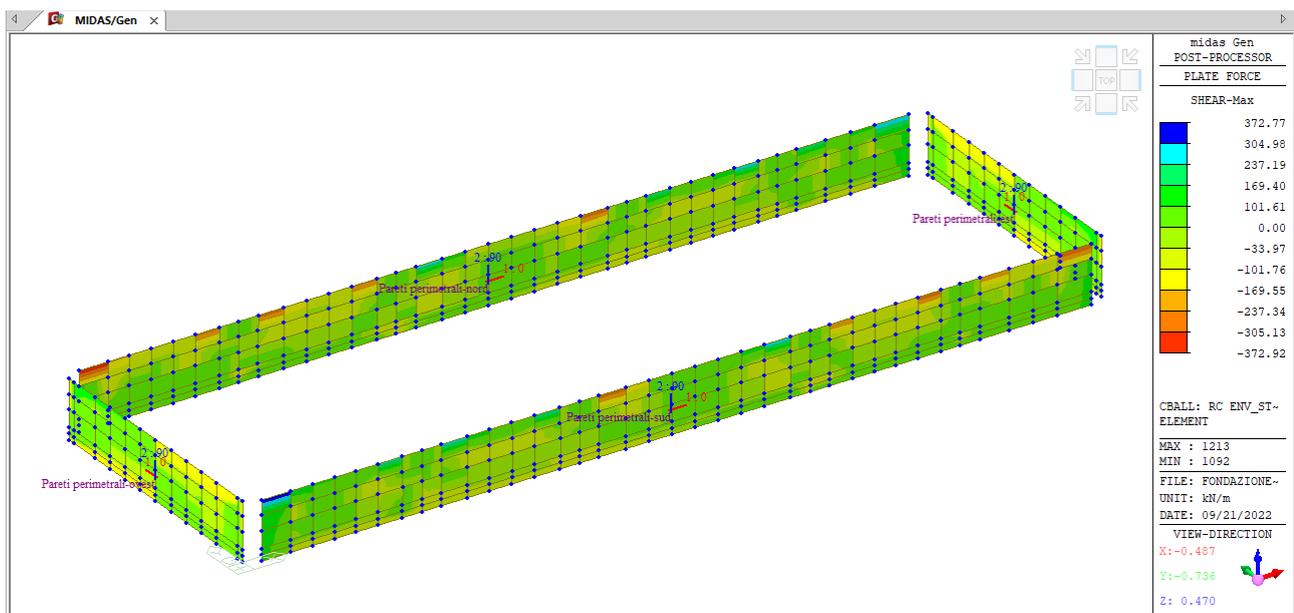


Figura 51 – Taglio - ENVE – SLR – Armatura minima

Il taglio agente è inferiore al taglio resistente calcolato con il minimo di armatura pertanto la fondazione è verificata in combinazione di resistenza.

La sezione è verificata con 4Ø16/mq.



Laddove la sollecitazione è superiore a quella senza specifica armatura si progetta l'infittimento come segue.

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	92 di 99

RESISTENZA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI CON ARMATURA
Resistenza a taglio delle bielle di cls compresse

	Var.	Unità	Valore
Angolo delle bielle compresse	q	°	21.8
Cotangente dell'angolo delle bielle compresse	cotq	-	2.50
Sforzo normale di compressione	NEd	kN/m	0.00
Tensione media gente	σcp	N/mm2	0.00
Rapporto tensionale	scp / fcd	-	0.000
Coefficiente membrature compresse	αcw	-	1.000
Fattore riduttivo della resistenza dell'anima	n1	-	0.50
$V_{Rd,max} = z a_{cw} b_w n_1 f_{cd} \cot q / (1 + \cot^2 q)$	VRcd, max	kN/m	<u>1413.9</u>

Resistenza a taglio delle barre

diametro		mm	8
num. Bracci al metro quadrato		/mq	16
Area di acciaio resistente a taglio	Asw /sw	mm ² /mm	0.80
	-	cmq/m	8.04
$V_{Rd,s} = z (A_{sw}/s_w) f_{yd} \cot q$	VRd,s	kN/m	<u>379.6</u>

 Resistenza a Taglio di elem. con armature trasv. =
 min(VRsd, VRd,max)

VRd	kN/m	379.6
-----	------	--------------

Sollecitazione di taglio agente

Ved	kN/m	373.00
-----	------	--------

Coefficiente di verifica : CS >1.00 Soddisfatta

CS	-	1.02
-----------	---	------

L' area di infittimento è verificata con 16 Ø8 / mq.

9.4.5 Incidenza delle armature

Di seguito si riporta il calcolo eseguito dell'incidenza delle armature rispettivamente della parete longitudinale (S.1) e trasversale (S2).

ARMATURA PARETE	var.	valore	u.m.
Copriferro	C	40	mm
Ancoraggio (moltiplicatore diametro)	\varnothing_{anch}	50	-
Sovrapposizione (moltiplicatore diametro)	$\varnothing_{overlap}$	50	-

Armatura di forza lato terra	Interna
-------------------------------------	----------------

<i>Descrizione</i>		<i>VAR.</i>	<i>VALORE</i>	<i>U.M.</i>
1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	125	mm
	lunghezza totale barra	L	862	mm
	Quantità di armatura al ml	P _{s1}	11	kg
	Area totale di armatura al ml	P_{s,LT}	11	kg

Armatura di forza lato scavo	Interna
-------------------------------------	----------------

1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	125	mm
	lunghezza totale barra	L	867	mm
	Quantità di armatura al ml	P _{s1}	11	mm ³
2° STRATO	diametro	\varnothing	0	mm
	passo	s	1	mm
	sezione da garantire	-	d	-
	lunghezza totale barra	L	0	mm
	Quantità di armatura al ml	P _{s2}	0	mm ³
Quantità totale di armatura in 1ml		P_{s,LS}	11	kg

Armatura di ripartizione lato terra - CAMPO 1	Esterna
--	----------------

diametro	\varnothing	16	mm
passo	s	125	mm
Estensione CAMPO 1	Z ₁	950	mm
Altezza min PARETE	H _{P,min}	950	mm
Altezza max PARETE	H _{P,max}	950	mm
num. di barre a lunghezza cost.	n_{LT,cost}	8	-
ampiezza campo a lunghezza var.	h _{var}	0	mm
Lunghezza media barre nel campo var.	L _{m,var}	600	mm
num. di barre a lunghezza var.	n_{LT,var}	0	-
Incremento di vol. per sovrapposizione	V _{sr,add}	68	mm ³ /ml
Quantità di armatura in 1ml	P_{sr,LT}	13	kg

Armatura di ripartizione lato scavo - CAMPO 1	Esterna
--	----------------

diametro	\varnothing	16	mm
----------	---------------	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	94 di 99

passo	S	125	mm
Estensione CAMPO 1	Z1	950	mm
Altezza min PARETE	H _{P,min}	950	mm
Altezza max PARETE	H _{P,max}	950	mm
num. di barre a lunghezza cost.	n _{LS,cost}	8	-
ampiezza campo a lunghezza var.	h _{var}	0	mm
Lunghezza media barre nel campo var.	L _{m,var}	600	mm
num. di barre a lunghezza var.	n _{LS,var}	0	-
Incremento di vol. per sovrapposizione	V _{sr,add}	68	mm ³ /ml
Quantità di armatura in 1ml	P_{sr,LS}	13	kg

Forchette testa PARETE

diametro	∅	16	mm
passo	S	250	mm
lunghezza totale barra	L	2072	mm
Quantità di armatura in 1ml	P_{sf}	13	kg

Armatura a taglio - Campo 1

diametro spille	∅	8	mm
passo in x	S _x	250	mm
passo in y	S _y	250	mm
n° di spille al mq	n _{sp}	16	-
n°spille in un ml	n _{ml}	16	-
Lunghezza ancoraggio spilla	L _{a,sp}	100	mm
sezione da garantire	-	H3	mm
Estensione campo 1 (da base PARETE)	h _{campo 1}	950	mm
Lunghezza media spilla	L _{sp}	768	mm ²
Quantità totale spille in 1ml	P_{sp,1}	5	kg

INCIDENZA PARETE (sez 1)

Descrizione	VAR.	VALORE	U.M.
Peso totale armatura PARETE	P _{PAR.}	65	kg
Volume calcestruzzo PARETE	V _{PAR.}	1	m ³
INCIDENZA	i_{PAR}	106	kg/m³

ARMATURA PARETE

	var.	valore	u.m.
Copriferro	C	40	mm
Ancoraggio (moltiplicatore diametro)	\varnothing_{anch}	50	-
Sovrapposizione (moltiplicatore diametro)	$\varnothing_{overlap}$	50	-

Armatura di forza lato terra **Interna**

Descrizione		VAR.	VALORE	U.M.
1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	125	mm
	lunghezza totale barra	L	862	mm
	Quantità di armatura al ml	P _{s1}	11	kg
	Area totale di armatura al ml	P_{s,LT}	11	kg

Armatura di forza lato scavo **Interna**

1° STRATO	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	125	mm
	lunghezza totale barra	L	867	mm
	Quantità di armatura al ml	P _{s1}	11	mm ³
	Quantità totale di armatura in 1ml	P_{s,LS}	11	kg

Armatura di ripartizione lato terra - CAMPO 1 **Esterna**

	diametro	\varnothing	16	mm
	passo	s	125	mm
	Estensione CAMPO 1	Z ₁	475	mm
	Altezza min PARETE	H _{P,min}	950	mm
	Altezza max PARETE	H _{P,max}	950	mm
	num. di barre a lunghezza cost.	n_{LT,cost}	4	-
	ampiezza campo a lunghezza var.	h _{var}	0	mm
	Lunghezza media barre nel campo var.	L _{m,var}	600	mm
	num. di barre a lunghezza var.	n_{LT,var}	0	-
	Incremento di vol. per sovrapposizione	V _{sr,add}	34	mm ³ /ml
	Quantità di armatura in 1ml	P_{sr,LT}	6	kg

Armatura di ripartizione lato terra - CAMPO 2 **Esterna**

	diametro	\varnothing	20	mm
	passo	s	125	mm
	Estensione CAMPO 2	Z ₂	475	mm
	Altezza min PARETE (relativa al campo 2)	H _{P,min}	475	mm
	Altezza max PARETE (relativa al campo 2)	H _{P,max}	475	mm
	num. di barre a lunghezza cost.	n_{LT,cost}	4	-
	ampiezza campo a lunghezza var.	h _{var}	0	mm
	Lunghezza media barre nel campo var.	L _{m,var}	600	mm
	num. di barre a lunghezza var.	n_{LT,var}	0	-

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	96 di 99

Diametro forchette laterali	\varnothing_{for}	12	mm
Incremento di lungh. per sovrapposizione	L_{add}	5135	mm
Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sr,add}$	122	mm ³ /ml
Quantità di armatura in 1ml	$P_{sr,LT}$	10	kg

Armatura di ripartizione lato scavo - CAMPO 1	Esterna
---	----------------

diametro	\varnothing	16	mm
passo	s	125	mm
Estensione CAMPO 1	Z_1	475	mm
Altezza min PARETE	$H_{P,min}$	950	mm
Altezza max PARETE	$H_{P,max}$	950	mm
num. di barre a lunghezza cost.	$n_{LS,cost}$	4	-
ampiezza campo a lunghezza var.	h_{var}	0	mm
Lunghezza media barre nel campo var.	$L_{m,var}$	600	mm
num. di barre a lunghezza var.	$n_{LS,var}$	0	-
Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sr,add}$	34	mm ³ /ml
Quantità di armatura in 1ml	$P_{sr,LS}$	6	kg

Armatura di ripartizione lato scavo - CAMPO 2	Esterna
---	----------------

diametro	\varnothing	20	mm
passo	s	125	mm
Estensione CAMPO 2	Z_2	475	mm
Altezza min PARETE (relativa al campo 2)	$H_{P,min}$	475	mm
Altezza max PARETE (relativa al campo 2)	$H_{P,max}$	475	mm
num. di barre a lunghezza cost.	$n_{LS,cost}$	4	-
ampiezza campo a lunghezza var.	h_{var}	0	mm
Lunghezza media barre nel campo var.	$L_{m,var}$	600	mm
num. di barre a lunghezza var.	$n_{LS,var}$	0	-
Incremento di vol. per sovrapposizione	$V_{sr,add}$	66	mm ³ /ml
Quantità di armatura in 1ml	$P_{sr,LS}$	10	kg

Forchette testa PARETE

diametro	\varnothing	16	mm
passo	s	250	mm
lunghezza totale barra	L	2068	mm
Quantità di armatura in 1ml	P_{sf}	13	kg

Armatura a taglio - Campo 1

diametro spille	\varnothing	8	mm
passo in x	S_x	250	mm
passo in y	S_y	250	mm
n° di spille al mq	n_{sp}	16	-

RELAZIONE DI CALCOLO FABBRICATO TECNOLOGICO
- FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV.	FOGLIO
IABH	00	F	78	CL	FA0000	002	A	97 di 99

n°spille in un ml	n_{ml}	16	-
Lunghezza ancoraggio spilla	$L_{a,sp}$	100	mm
sezione da garantire	-	H3	mm
Estensione campo 1 (da base PARETE)	$h_{campo\ 1}$	950	mm
Lunghezza media spilla	L_{sp}	768	mm ²
Quantità totale spille in 1ml	$P_{sp,1}$	5	kg

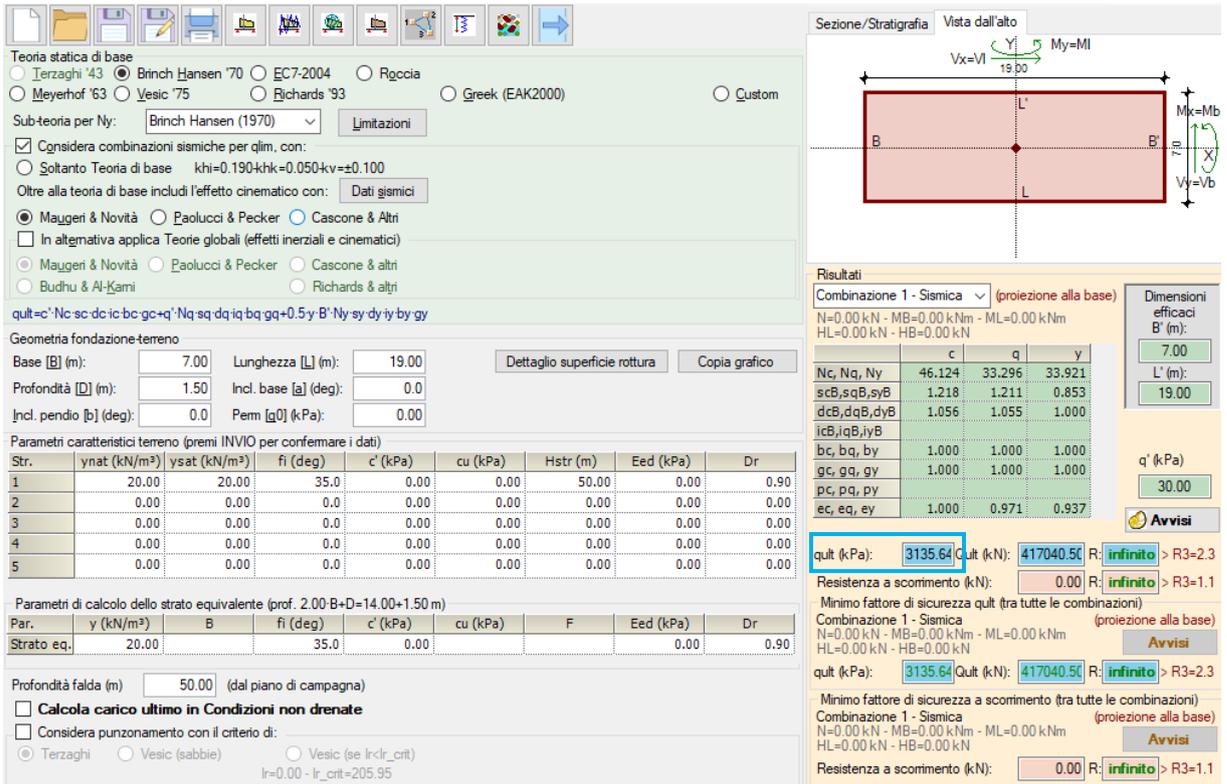
INCIDENZA PARETE (sez 2)

<i>Descrizione</i>	<i>VAR.</i>	<i>VALORE</i>	<i>U.M.</i>
Peso totale armatura PARETE	$P_{PAR.}$	72	kg
Volume calcestruzzo PARETE	$V_{PAR.}$	1	m ³
INCIDENZA	i_{PAR}	117	kg/m³

9.5 Verifica di portanza della fondazione

Per la verifica di portanza della fondazione si è ottenuto dal programma di calcolo la capacità portante (q_{ult} [kPa]) e si è confrontato con il valore di involuppo della pressione del terreno sulla fondazione ottenuta dal Midas.

Figura 17 – Determinazione capacità portante – SLV elastico

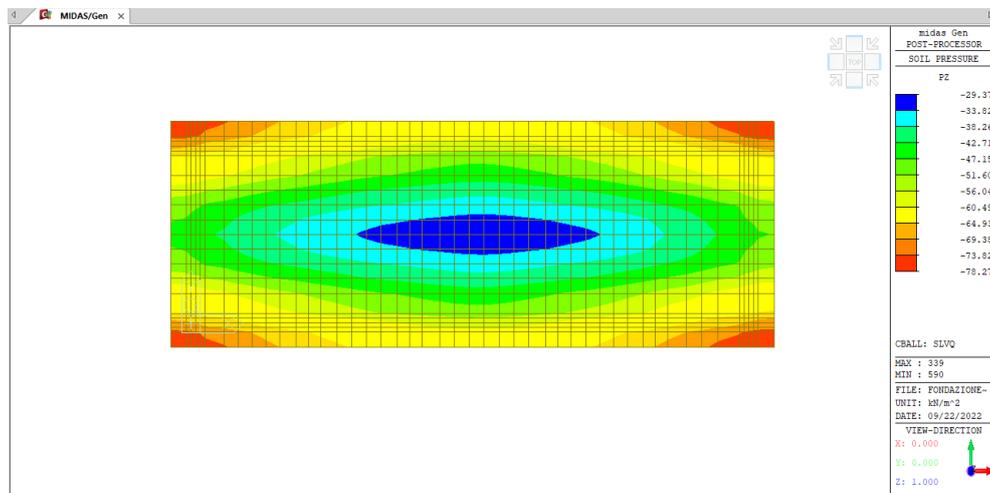


The screenshot shows a software interface for foundation calculation. On the left, there are input parameters for the foundation: Base [B] (m) = 7.00, Lunghezza [L] (m) = 19.00, Profondità [D] (m) = 1.50, Incl. base [a] (deg) = 0.0, Incl. pendio [b] (deg) = 0.0, Pemm [q0] (kPa) = 0.00. Below this is a table of soil parameters for 5 layers.

Str.	γ _{nat} (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	f _i (deg)	c' (kPa)	cu (kPa)	Hstr (m)	E _{ed} (kPa)	Dr
1	20.00	20.00	35.0	0.00	0.00	50.00	0.00	0.90
2	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

On the right, there is a diagram of the foundation cross-section with dimensions B and L, and a table of results. The results table shows the ultimate capacity q_{ult} (kPa) as 3135.64 and the ultimate load Q_{ult} (kN) as 417040.5C. Below this, there are safety factor calculations for different combinations.

Combinazione	N (kN)	MB (kNm)	ML (kNm)	HL (kN)	HB (kN)	q' (kPa)
Combinazione 1 - Sismica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00



La verifica risulta soddisfatta

$$q_{ed} = 79 \text{ kPa} < q_{ult}$$

10 RIEPILOGO INCIDENZE

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa delle incidenze, incrementando le stesse del 15% circa al fine di considerare sovrapposizioni, sfridi e particolari costruttivi non apprezzabili da calcolo.

FABBRICATO 18x6	
Elemento Strutturale	Incidenza di progetto
-	[kg/mc]
Fondazione - Platea	75
Fondazione - Travi bordo in dir. X	135
Fondazione - Travi bordo in dir. Y	125
Fondazione - Travi int. in dir. X	110
Fondazione - Travi int. in dir. Y	110