

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

Bretella CT-SR e Fascio A-P di prima fase e Collegamento Fascio A-P-Interporto - OPERE CIVILI
CVF e ponti stradali - NW01 Ponte NV08 su canale - Relazione di calcolo Spalle

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL NW0104 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	G. Giustino	Marzo 2020	S. Vanfiori	Marzo 2020	D. Tiberti

File: RS3H.0.2.D.78.CL.NW.01.0.4.001.A

n. Elab.:

ITALEFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Direzione Nazionale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Daniele Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 103795

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	CALCESTRUZZO SPALLE, SETTI, SOLETTE E MASSETTO PENDENZE (PUNTO 2.6.2.7.6 MDP).....	6
3.2	CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE E PLINTO DI FONDAZIONE.....	6
3.3	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA).....	7
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	9
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	9
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	9
4.2.1	<i>Combinazione degli effetti dell'azione sismica</i>	12
4.2.2	<i>Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni</i>	12
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	14
5.1	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	15
6	ANALISI DEI CARICHI.....	16
6.1	PESO PROPRIO (G1).....	16
6.2	PERMANENTI (G2)	16
6.3	AZIONI VARIABILI (Q).....	16
6.3.1	<i>Carico mobile stradale</i>	16
6.4	AZIONI CLIMATICHE.....	16
6.4.1	<i>Variazione termica uniforme (ϵ_3)</i>	17
6.4.2	<i>Variazione termica differenziale(ϵ_3)</i>	17
6.5	AZIONE DEL VENTO (Q5).....	17
6.6	AZIONE DELLA NEVE	17
6.7	RITIRO E VISCOSITÀ.....	18
6.8	SPINTE DEL TERRENO (G3)	19
6.9	FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA	23
6.10	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE.....	24
6.11	SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO	25
6.12	SCARICHI PER SCALZAMENTO.....	28

7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	28
8	MODELLAZIONE NUMERICA.....	34
8.1	CODICE DI CALCOLO	34
8.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18)	34
8.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	35
8.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	35
8.5	PARAMETRI MODELLO GEOTECNICO NW01	36
8.5.1	<i>Rigidità delle molle orizzontali dei pali</i>	36
9	SPOSTAMENTI IN TESTA AI PALI	38
10	ANALISI MODALE	40
10.1	CRITERI DI VERIFICA	43
11	ANALISI DEI RISULTATI	48
12	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	67
12.1	PARAMENTO SP 1.80 M.....	67
12.1.1	<i>VERIFICA A TAGLIO</i>	69
12.1.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE</i>	72
12.1.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE</i>	77
12.2	MURO PARAGHIAIA	82
12.2.1	<i>VERIFICA A TAGLIO</i>	84
12.2.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE</i>	87
12.2.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE</i>	92
12.3	MURI D'ALA LATERALI SP. 1.30M	97
12.3.1	<i>VERIFICA A TAGLIO</i>	99
12.3.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE</i>	102
12.3.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE</i>	107
12.4	SOLETTA DI FONDAZIONE.....	113
12.4.1	<i>VERIFICA A TAGLIO</i>	115
12.4.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22</i>	118
12.4.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11</i>	123
12.5	PALI DI FONDAZIONE	128
12.5.1	<i>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</i>	128

12.5.2	<i>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI</i>	128
12.6	<i>VERIFICA PALI</i>	129
12.6.1	<i>VERIFICA STRUTTURALE</i>	129
12.6.2	<i>ANALISI DEI CARICHI</i>	129
12.6.3	<i>VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE</i>	140
12.6.4	<i>VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE</i>	142

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle strutture che costituiscono la "Spalla" del ponte di prima categoria del viadotto NW01 che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

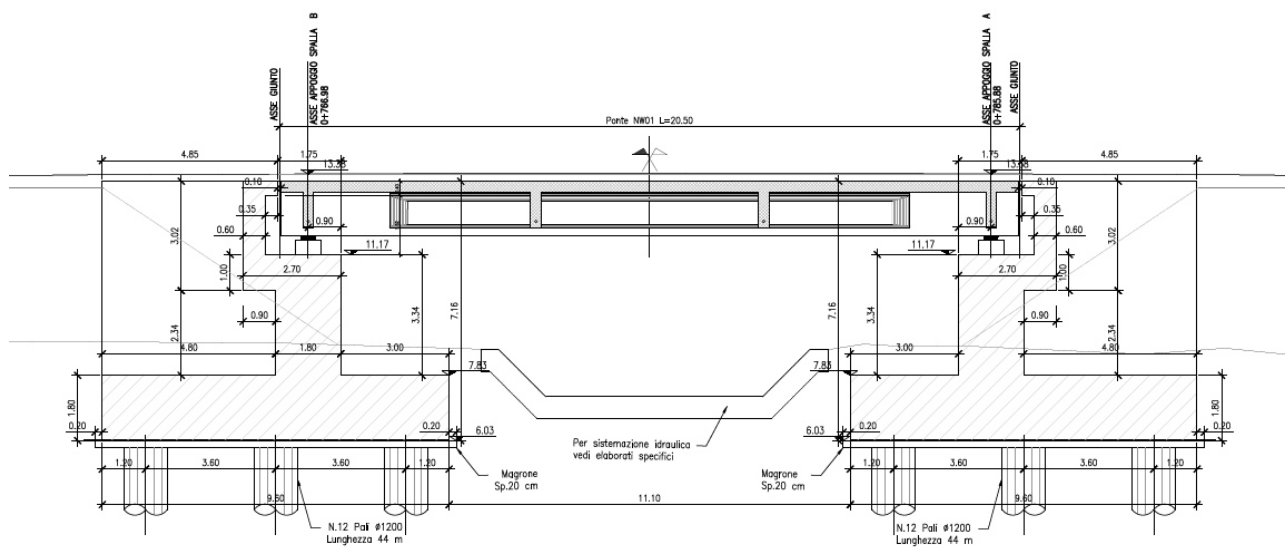


Figura 1 – Viadotto NW01

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

Normativa di riferimento:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.3]. [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
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2
- [N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1 Calcestruzzo spalle, setti, solette e massetto pendenze (punto 2.6.2.7.6 mdp)

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	50	mm	Copriferro minimo
XC4			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$	19.2	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$	14.4	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_{ti} = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52	MPa	Tensione limite di fessurazione

3.2 Calcestruzzo pali di fondazione e plinto di fondazione

Classe	C25/30		
$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,08	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1.79	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione

$E_{cm} =$	31476	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	60/40	mm	Copriferro minimo pali/plinto di fondazione
XC2			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$	19.2		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$	14.4		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52		Tensione limite di fessurazione

3.3 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk} =$	360	MPa	Tensione massima di trazione

Per il calcestruzzo si adotta il diagramma parabola rettangolo definito da un arco di parabola con la seguente equazione:

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right) - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \epsilon_c \leq \epsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = 0.85 \cdot f_{cd}; \quad \text{per: } \epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2}$$

in cui ϵ_{c2} e ϵ_{cu2} assumono i seguenti valori:

deformazione in corrispondenza del valore massimo della tensione $\epsilon_{c2} = 2.0\%$

deformazione unitaria a rottura

$$\varepsilon_{cu2} = 3.5\%$$

Per l'acciaio B450C Si adotta il diagramma elastico perfettamente plastico considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima " ε_{ud} " pari a: deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 0.9 \times \varepsilon_{uk} = 6.75\%$.

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), 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, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 1.5 = 75$ anni

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **D**

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

Latitudine Longitudine

WGS84: Lat 37.434900 - Lng 15.026000 ED50: Lat 37.435960 - Lng 15.026815

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	45	0.066	2.504	0.266
Danno (SLD)	75	0.083	2.507	0.282
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.271	2.348	0.431
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.386	2.356	0.493
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Cat. Sottosuolo D

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,45	1,04
CC Coeff. funz categoria	2,42	2,35	1,90	1,78
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

Lat 37.434882 Long 15.025984

Categoria di sottosuolo tipo D

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 50 anni

$q = 1$

Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: SLV-H

Function Damping Ratio: 0.05

Parameters

- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree): 15.026

Site Latitude (degree): 37.4349

Island Name: [dropdown]

Limit State: SLV

Usage Class: III

Nominal Life: 50

Peak Ground Acc., ag/g: 0.2706

Magnification Factor, F0: 2.3493

Reference period, Tc*: 0.4309

Spectrum Type: Design Horizc

Soil Type: D

Topography: T1

h/H ratio: 1.

Spectrum Period, Tb: 0.2735

Spectrum Period, Tc: 0.8205

Spectrum Period, Td: 2.6824

Damping Percentage, Xi: [input]

Behavior Factor, q: 1.

Convert to User Defined

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.3914
0.2735	0.9195
0.8205	0.9195
0.9205	0.8196
1.0205	0.7393
1.1205	0.6733
1.2205	0.6182
1.3205	0.5714

Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph

OK Cancel

Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: SLV-V

Function Damping Ratio: 0.05

Parameters

- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree): 15.026

Site Latitude (degree): 37.4349

Island Name: []

Limit State: SLV

Usage Class: III

Nominal Life: 50

Peak Ground Acc., ag/g: 0.2706

Magnification Factor, F0: 2.3493

Reference period, Tc*: 0.4309

Spectrum Type: Design Vertic

Soil Type: D

Topography: T1

h/H ratio: 1.

Spectrum Period, Tb: 0.05

Spectrum Period, Tc: 0.15

Spectrum Period, Td: 1.

Damping Percentage, Xi: []

Behavior Factor, q: 1.

Convert to User Defined

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.19
0.05	0.4464
0.15	0.4464
0.25	0.2679
0.35	0.1913
0.45	0.1488
0.55	0.1218
0.65	0.103

Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph

OK, Cancel

4.2.1 Combinazione degli effetti dell'azione sismica

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X" $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z$;
- Sisma in direzione trasversale "Y" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z$;
- Sisma in direzione verticale "Z" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z$.

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

4.2.2 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

In accordo con il D.M. 14/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

dove:

G_1 \Rightarrow peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;

G_2 \Rightarrow carichi permanenti portati;

E \Rightarrow azioni derivanti dai terremoti;

Q_{kj} \Rightarrow azioni variabili sulla struttura.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà $\Psi_{2j} = 0.0$.

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La Spalla del viadotto NW01 oggetto della presente relazione è realizzata in cemento armato ordinario. È una spalla composta da un'elevazione dello spessore di 1.80 m, da una fondazione di spessore 1.80 m e due muri d'ala di spessore 1.30 m. Il paraghiaia ha spessore 0.60 m. Le fondazioni sono su 12 pali di diametro 1.20 m e lunghezza 44 m.

Nelle figure seguenti si riportano alcuni stralci di planimetrie e sezioni della spalla.

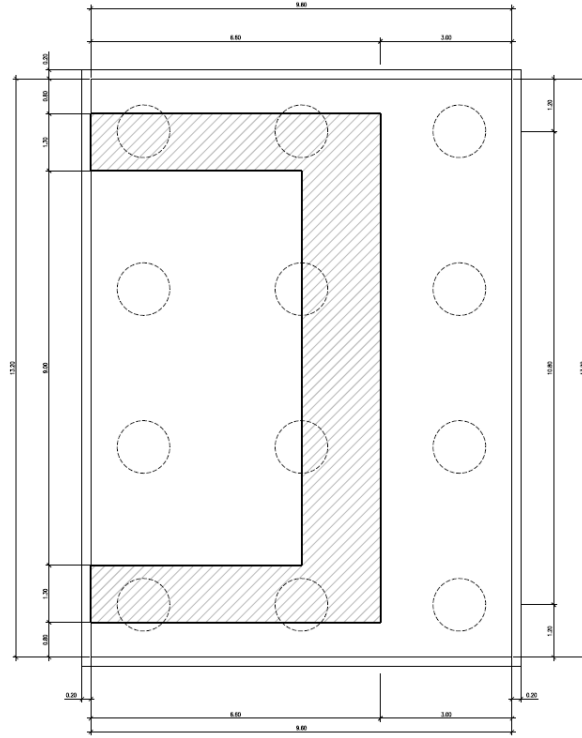


Figura 2 – Pianta della spalla

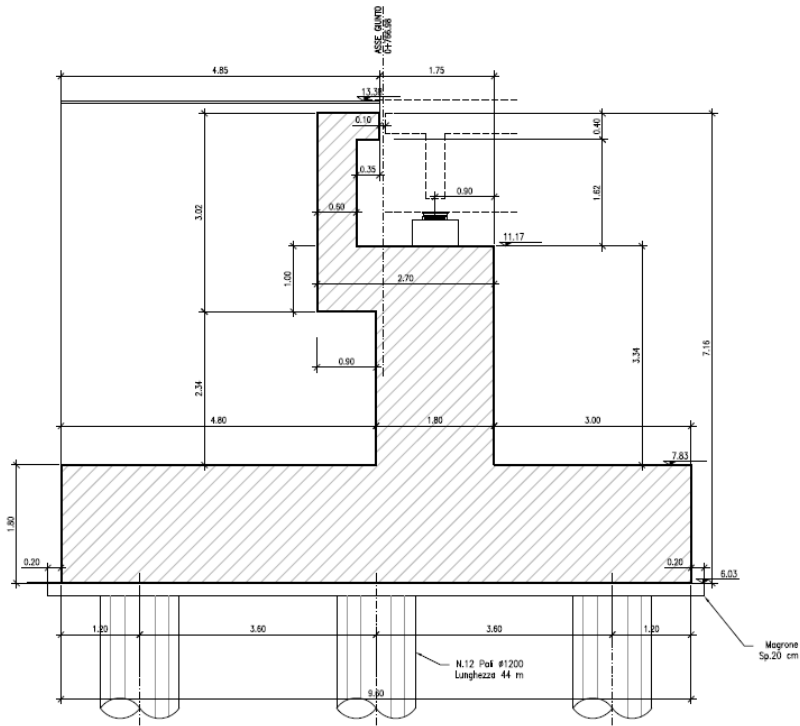


Figura 3 – Sezione trasversale della spalla

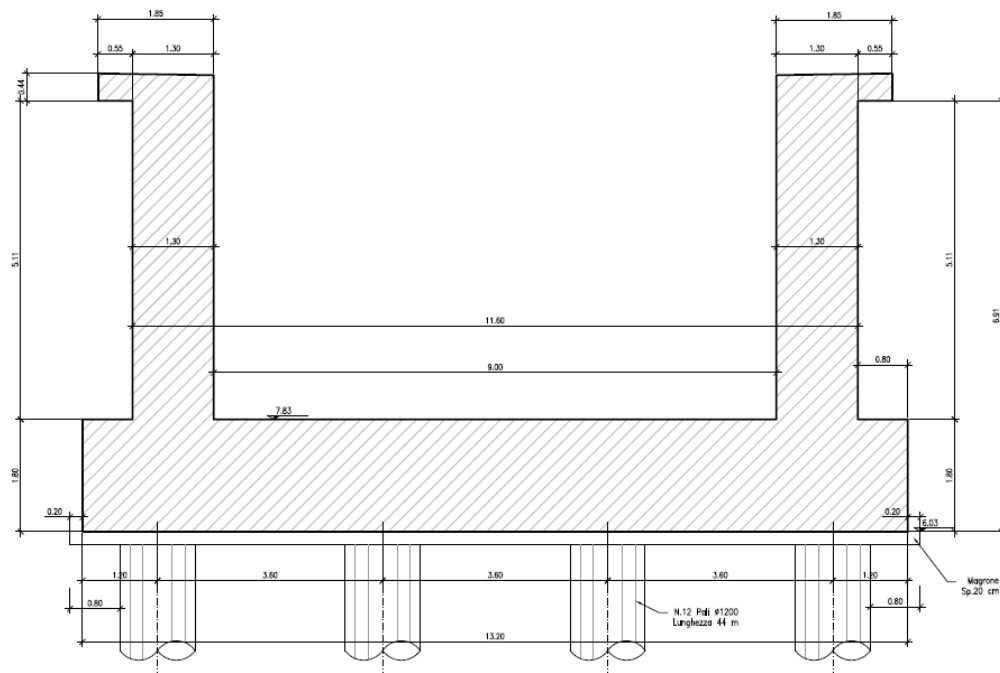


Figura 4 – Sezione longitudinale della spalla

5.1 Esecuzione del manufatto

La spalla in cemento armato viene realizzata in due fasi di getto: fondazione ed elevazione.

6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi che interessa la spalla è stata effettuata considerando le azioni provenienti dall'impalcato e quelle direttamente applicate sulla spalla. I carichi trasmessi dall'impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nella relazione dell'impalcato, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

6.1 Peso proprio (G1)

Il peso proprio della struttura è calcolato automaticamente dal software di calcolo impiegato.

Paraghiaia (kN/mq)	15.00
Fondazione (kN/mq)	45.00
Elevazione (kN/mq)	45.00
Muri d'ala (kN/mq)	32.50

6.2 Permanenti (G2)

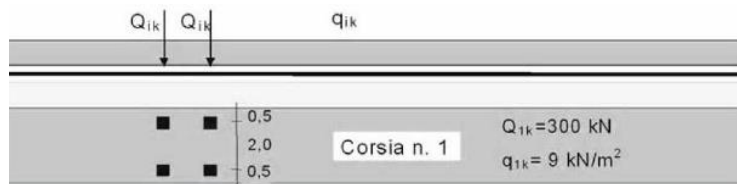
Sono stati considerati i seguenti contributi da applicare alle travi di competenza.

- Pavimentazione 9 cm $20 \cdot 0.10 = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Riempimento a tergo $h=5.35\text{m}$ $20 \cdot 5.35 = 107.0 \text{ kN/m}^2$
- Rinterro a valle $h=80 \text{ cm}$ $20 \cdot 0.80 = 16 \text{ kN/m}^2$

6.3 Azioni variabili (Q)

6.3.1 Carico mobile stradale

In accordo con la normativa vigente (Circolare 2019 C5.1.3.3.5.1), ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si considera applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m.



Schema di carico 1

6.4 Azioni climatiche

6.4.1 *Variazione termica uniforme (ϵ_3)*

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC18. Si prevede una variazione termica pari a ± 15 °C. La variazione termica uniforme non produce effetti globali in termini di tensione sulla spalla.

6.4.2 *Variazione termica differenziale(ϵ_3)*

È stata considerata una differenza di temperatura sull'elevazione della spalla pari a ± 5 °C.

6.5 **Azione del Vento (Q5)**

L'azione del vento è considerata trascurabile.

6.6 **Azione della Neve**

Poichè l'azione della neve non è concomitante con i carichi da traffico è considerata trascurabile.

6.7 Ritiro e Viscosità

Ritiro elevazione paramento

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
Calcolo dell'azione prodotta da ritiro			
	Rck	40	
	f_{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t_0	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	1160 cm	
altezza sezione	H	180 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A_c	20880000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	26800 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1558.21 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$b_c(t_0)$	0.65	
coeff. della resistenza del cls	a_1	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.186	
coeff. nominale della viscosità	φ_0	2.016	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.98	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11272.1 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fuazione di h_0	k_h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.912	
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.000272	
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds2}	0.11	
	β_{RH}	0.896094	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\varepsilon_{ca,00}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.00033	
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-11.1 °C	

Ritiro muro d'ala

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2
UNI EN 1992-1-1





Calcolo dell'azione prodotta da ritiro

	Rck	40	
	f_{ek}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t_0	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	660 cm	
altezza sezione	H	130 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A_c	8580000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	15800 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1086.08 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$b_c(t_0)$	0.65	
coeff. della resistenza del cls	α_1	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.210	
coeff. nominale della viscosità	φ_0	2.057	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	2.02	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11123.7 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h_0	k_h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.947	
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.000282	
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds2}	0.11	
	β_{RH}	0.896094	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\varepsilon_{ca,oo}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.00034	
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-11.3 °C	

6.8 SPINTE DEL TERRENO (G3)

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios v_a/h

Kind of wall movement		v_a/h loose soil %	v_a/h dense soil %
a)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b)		0,2	0,05 to 0,1
c)		0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:
 v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

In condizioni statiche, per i muri di sostegno e per le spalle di ponti e viadotti fondati su pali, si ipotizza che gli spostamenti siano di entità inferiore alla mobilitazione della spinta attiva e si procederà al calcolo delle spinte adottando il coefficiente di spinta a riposo:

$$k_0 = 1 - \sin\phi$$

La spinta statica esercitata dal terreno a tergo della spalla si calcola secondo l'espressione: $S_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_0 \cdot H^2$

Risulta quindi :

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SPALLA			
Altezza muro d'ala (m)	5.35	Spessore paraghiaia (m)	0.60
Altezza paramento spalla (m)	5.35	Spessore fondazione (m)	1.80
Altezza totale spalla (m)	7.15	Spessore elevazione (m)	1.80
Altezza paraghiaia (m)	2.00	Spessore muri d'ala (m)	1.30
Larghezza paramento (m)	11.60	Larghezza muri d'ala (m)	5.40
Spessore pavimentazione (m)	0.10	Spessore riempimento a tergo (m)	5.35
Larghezza max fondazione (m)	13.20	Spessore rinterro fondazione (m)	0.80

Angolo attrito terreno ricoprimento (°)	35
Peso specifico ricoprimento (kN/mc)	20.00
Peso specifico pavimentazione (kN/mc)	20.00
Angolo attrito terreno laterale (°)	35
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00
Coeff. spinta in quiete K_0	0.426
Coeff. spinta attiva K_a	0.271
Coeff. spinta sismica K_{ae}	0.698
CLS Rck (MPa) =	40

SPINTA RIPOSO SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE

Spinta parete in corrispondenza testa paraghiaia (kN/mq)	0.77
Spinta parete in corrispondenza linea d'asse soletta di fondo (kN/mq)	58.70

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza h rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

$$\Delta S = k_h \gamma H^2 \quad \text{con } k_h = a_g S$$

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

La spinta statica esercitata dal terreno a tergo della spalla, nell'ipotesi che il terreno stesso si trovi in condizioni di equilibrio limite attivo, si calcola secondo l'espressione: $S_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_a \cdot H^2$

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

$$k_a = \frac{\cos^2(\alpha + \phi)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

ϕ = angolo di attrito interno del terreno

α = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

β = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

δ = angolo di attrito terra-muro

Per la determinazione del coefficiente di spinta attiva si è considerata un'inclinazione nulla del terreno a monte ($\beta = 0$).

La spinta sismica esercitata dal terreno a tergo della spalla, nell'ipotesi che il terreno stesso si trovi in condizioni di equilibrio limite attivo, si calcola secondo l'espressione:

$$S_{aE} = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_{aE} \cdot (1 - k_v) \cdot H^2$$

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

$$k_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \vartheta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \vartheta)}{\cos(\delta + \alpha + \vartheta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \vartheta)}$$

se $\beta > \phi - \theta$

ϕ = angolo di attrito interno del terrapieno;

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro;

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del profilo del terrapieno;

δ = angolo di attrito terrapieno = 0

dove θ = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici k_h e k_v :

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono stati valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T) di cui al paragrafo 3.2.3.2 delle NTC18.

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti ferroviari fondate su pali si porrà $\beta_m = 1$ in accordo con l'EC8-5.

Risulta quindi:

Dati per analisi sismica NTC:	
Sottosuolo tipo	D
Categoria topografica	T1
$S_s =$	1.45
$S_T =$	1.00
$\beta_m =$	1.00
$a_g/g =$	0.271
$\eta =$	1.000
$F_0 =$	2.348
$TC^* =$	0.431 s
$C_c =$	1.90
$TB =$	0.273 s

AZIONE SISMICA SUL TERRENO

Spostamento in testa al palo us = 8.70 mm
Primo periodo proprio T1 = 0.04000 s

T1 ≤ 0.05 s OK

Kh = 0.392
Kv = 0.196

SPINTA ATTIVA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE

Spinta parete in corrispondenza testa paraghiaia (kN/mq)	0.49
Spinta parete in corrispondenza linea d'asse soletta di fondo (kN/mq)	37.30

Determinata secondo la teoria di Coulomb us > 0.1% H verificato

Incremento spinta paramento (kN/mq)	ΔSE = 29.0
Incremento spinta muro d'ala (kN/mq)	ΔSE = 29.0

6.9 FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA

Nel caso dei muri di sostegno e delle spalle connesse all'impalcato mediante appoggi scorrevoli, le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo **ag/S**.

Nel caso delle spalle connesse all'impalcato mediante appoggi fissi, qualora non venga effettuata un'analisi di interazione fra spalla, terreno e impalcato, le forze di inerzia agenti possono essere assunte pari al prodotte delle masse per l'accelerazione massima al suolo **ag/g*S** nel caso in cui il sistema costituito da spalla, terreno e impalcato sia considerabile come infinitamente rigido (periodo proprio inferiore a 0,05s); altrimenti, si dovrà fare riferimento all'accelerazione valutata con lo spettro di progetto in corrispondenza del periodo TB (**ag/g* S *F0**).

Le forze d'inerzia legate alla massa strutturale della spalla sono state definite:

- in direzione orizzontale x e y moltiplicando le masse strutturali per il coefficiente sismico **ag/g*S**
- in direzione verticale z attraverso la funzione Gravity Multipliers di SAP2000, assegnando al moltiplicatore della gravità il valore **a_max(T=0) SLV-V**.

Le forze d'inerzia legate al terreno tra i muri d'ala e al di fuori dei muri d'ala presente sulla fondazione della spalla sono state valutate moltiplicando il peso proprio W_t per **ag/g*S**.

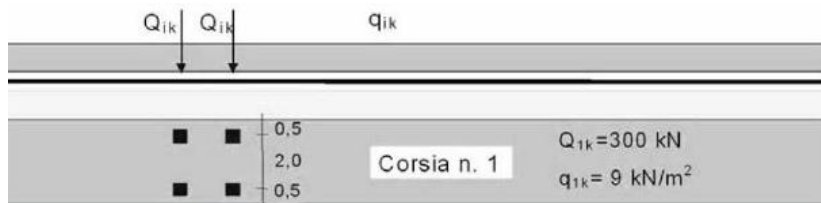
Risulta quindi:

AZIONE SISMICA SU STRUTTURA

Forza orizzontale su paramento (kN/mq)	17.7
Forza orizzontale su paraghiaia (kN/mq)	5.9
Forza orizzontale su muri d'ala (kN/mq)	12.8
Forza orizzontale su fondazione (kN/m)	31.8
Inerzia verticale su elevazione (gravity)	0.196
Forza orizzontale riempimento a tergo (kN/mq)	42.7
Forza verticale riempimento su fondazione all'interno dei muri d'ala (kN/mq)	21.0
Forza verticale riempimento su fondazione all'esterno dei muri d'ala (kN/mq)	3.14

6.10 SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si considera applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m.



Schema di carico 1

Pertanto si considera la presenza di un sovraccarico accidentale a tergo della spalla uniformemente distribuito e di intensità pari **$q=42.60 \text{ kPa}$** .

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari ad:

$$S = k_0 \cdot q$$

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE (circolare 2019 C5.1.3.3.5.1)

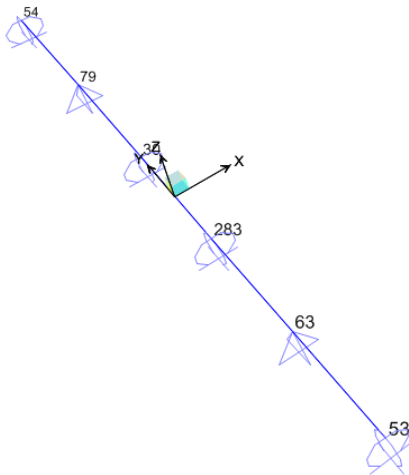
Carico stradale concentrato Q_{1k} (kN)	600
Lunghezza di ripartizione lungo x (m) =	2.20
Larghezza di ripartizione lungo y (m)	3.00
Carico stradale distribuito Q_{1k} (kN/mq)	90.91
Carico stradale q_{1k} (kN/mq)	9.00
Spinta (kN/mq)	42.60

6.11 SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO

Il collegamento tra le spalle e l'impalcato avviene mediante due apparecchi di appoggio fissi e quattro apparecchi di appoggio mobili multidirezionali.

Di seguito si riportano i carichi trasmessi dall' impalcato analizzato in altra relazione di calcolo.

Con riferimento alla figura seguente si riportano gli scarichi massimi dell'impalcato agenti sulla spalla fissa:



FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	SLU-01	Combination	0	0	487.425
53	SLU-01	Combination	0	0	541.841
54	SLU-01	Combination	0	0	541.841
63	SLU-01	Combination	0	0	495.212
79	SLU-01	Combination	0	0	495.212
283	SLU-01	Combination	0	0	487.425

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	SLE	Combination	0	0	342.02
53	SLE	Combination	0	0	377.184
54	SLE	Combination	0	0	377.184
63	SLE	Combination	0	0	347.327
79	SLE	Combination	0	0	347.327
283	SLE	Combination	0	0	342.02

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1038.024
30	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	29.778
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	866.561
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	109.16
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	481.566
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	64.189
63	INV SLU STR	Combination	Max	975.02	80.177	1696.753
63	INV SLU STR	Combination	Min	-904.179	-267.122	-40.9
79	INV SLU STR	Combination	Max	904.179	117.511	1003.385
79	INV SLU STR	Combination	Min	-975.02	-199.346	-39.692
283	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1033.476
283	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	18.96

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	G1+G2	0.0	0.0	-381.9
53	G1+G2	0.0	0.0	-469.5
54	G1+G2	0.0	0.0	-469.5
63	G1+G2	0.0	0.0	-372.6
79	G1+G2	0.0	0.0	-372.6
283	G1+G2	0.0	0.0	-381.9

SOMMA F3	PESO TOT	a_max	N° FISSI	F1 MAX	F2 MAX
2448.0	4896.0	0.3914	2	958.1	479.1

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	146.292
30	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-66.548
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	219.756
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-35.029
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	219.754
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-35.026
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	958.143	479.071	133.261
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-958.143	-479.071	-82.807
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	958.143	479.071	133.259
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-958.143	-479.071	-82.806
283	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	146.293
283	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-66.549

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	763.153
30	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	21.443
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	630.071
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	106.44
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	344.773
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	35.605
63	INV-SLERA	Combination	Max	722.328	59.624	1253.052
63	INV-SLERA	Combination	Min	-669.671	-197.533	-34.098
79	INV-SLERA	Combination	Max	669.671	87.794	739.357
79	INV-SLERA	Combination	Min	-722.328	-146.814	-33.293
283	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	760.121
283	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	8.628

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	573.4
30	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	17.117
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	485.087
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	92.364
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	270.332
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	38.456
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	542.354	48.457	939.353
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-501.646	-144.487	-26.01
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	501.646	69.495	553.478
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-542.354	-106.537	-26.01
283	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	573.4
283	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	9.779

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	39.872
30	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	39.872
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	92.364
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	92.364
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	92.364
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	92.364
63	INV-SLEQP	Combination	Max	-0.00451	0.826	25.227
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-0.00451	0.065	25.227
79	INV-SLEQP	Combination	Max	0.004509	-0.067	25.227
79	INV-SLEQP	Combination	Min	0.004509	-0.827	25.227
283	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	39.872
283	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	39.872

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	INV SLU STR	0.0	0.0	-1525.4
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-1408.4
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1023.4
63	INV SLU STR	975.0	267.1	-2192.0
79	INV SLU STR	975.0	199.3	-1498.6
283	INV SLU STR	0.0	0.0	-1520.9

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-488.3
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-596.9
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-596.9
63	INV SLU SISMICO	958.1	479.1	-480.6
79	INV SLU SISMICO	958.1	479.1	-480.6
283	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-488.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLERA	0.0	0.0	-1105.2
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1007.3
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-722.0
63	INV-SLERA	722.3	197.5	-1600.4
79	INV-SLERA	722.3	146.8	-1086.7
283	INV-SLERA	0.0	0.0	-1102.1

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-915.4
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-862.3
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-647.5
63	INV-SLEFRE	542.4	144.5	-1286.7
79	INV-SLEFRE	542.4	106.5	-900.8
283	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-915.4

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	INV-SLEQP	0.0	0.0	-381.9
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-469.5
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-469.5
63	INV-SLEQP	0.0	0.8	-372.6
79	INV-SLEQP	0.0	0.8	-372.6
283	INV-SLEQP	0.0	0.0	-381.9

6.12 SCARICHI PER SCALZAMENTO

Per la verifica a scalzamento si devono considerare gli scarichi sui singoli pali prodotti dalla combinazione eccezionale G1+G2+0.8Q.

A scopo cautelativo ed in favore di sicurezza si considera la combinazione di carico SLERARA sia per l'impalcato che per la spalla:

COMBO	SLER	IMPALCATO
G1	1	
G2	1	
C1-SCHEMA-1	1	
C2-SCHEMA-2	1	
C3-SCHEMA-3	1	
C1-FRE	1	
C2-FRE	1	
C3-FRE	1	
Q5	1	
Qw	0.6	
TEMP	0.6	
Ritiro	0.6	

COMBO	SLER	SPALLA	NW01
DEAD	1		
PERM	1		
SPT_STAT K0	1		
SPQ_STAT	1		
REAZ_IMP_SLER	1		
TERMICO	0.6		
RITIRO	1		

SCARICHI PALI - SPALLA NW01		
N=	3154	KN
V=	529	KN

Per la verifica a scalzamento si rimanda a specifica relazione di calcolo: elaborato RS3H.0.2.D.78.RH.GE.00.0.5.006.A.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC18, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- *Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):*

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:*

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento

allo stato limite ultimo di tipo strutturale *STR* ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente ψ_{2i} per i carichi mobili è pari a $\psi_{2i} = 0.0$.

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione γ_G , γ_Q e Ψ sono ricavati dalle tabelle delle NTC 18 (tabella 5.I.V e tabella 5.I.VI di NTC18).

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLU1	DEAD	1.35
SLU1	PERM	1.35
SLU1	SPT_STAT KO	1.35
SLU1	SPQ_STAT	1.35
SLU1	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU1	TERMICO	1.5
SLU1	RITIRO	1.2
SLU2	DEAD	1.35
SLU2	PERM	1.35
SLU2	SPT_STAT KO	1.35
SLU2	SPQ_STAT	1.35
SLU2	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU2	TERMICO	1.5
SLU2	RITIRO	0
SLV1	DEAD	1
SLV1	PERM	1
SLV1	SPT_STAT Ka	1
SLV1	SPT_SISM_x_+	1
SLV1	SPT_SISM_y_+	0.3
SLV1	SPT_SISM_y_-	0
SLV1	SPQ_SISM_x_+	1
SLV1	SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV1	SPQ_SISM_y_-	0
SLV1	INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV1	INERZIAT_SISM_x	1
SLV1	INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV1	INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV1	INERZIAS_SISM_x	1
SLV1	INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV1	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV1	REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV1	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV1	TERMICO	0.5
SLV2	DEAD	1
SLV2	PERM	1
SLV2	SPT_STAT Ka	1
SLV2	SPT_SISM_x_+	1
SLV2	SPT_SISM_y_+	0
SLV2	SPT_SISM_y_-	0.3
SLV2	SPQ_SISM_x_+	1
SLV2	SPQ_SISM_y_+	0
SLV2	SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV2	INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV2	INERZIAT_SISM_x	1
SLV2	INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV2	INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV2	INERZIAS_SISM_x	1
SLV2	INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV2	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV2	REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV2	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV2	TERMICO	0.5

TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLV2	TERMICO	0.5
SLV3	DEAD	1
SLV3	PERM	1
SLV3	SPT_STAT Ka	1
SLV3	SPT_SISM_x_+	0.3
SLV3	SPT_SISM_y_+	1
SLV3	SPT_SISM_y_-	0
SLV3	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV3	SPQ_SISM_y_+	1
SLV3	SPQ_SISM_y_-	0
SLV3	INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV3	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV3	INERZIAT_SISM_y_+	1
SLV3	INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV3	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV3	INERZIAS_SISM_y_+	1
SLV3	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV3	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV3	REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV3	TERMICO	0.5
SLV4	DEAD	1
SLV4	PERM	1
SLV4	SPT_STAT Ka	1
SLV4	SPT_SISM_x_+	0.3
SLV4	SPT_SISM_y_+	0
SLV4	SPT_SISM_y_-	1
SLV4	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV4	SPQ_SISM_y_+	0
SLV4	SPQ_SISM_y_-	1
SLV4	INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV4	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV4	INERZIAT_SISM_y_-	1
SLV4	INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV4	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV4	INERZIAS_SISM_y_-	1
SLV4	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV4	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV4	REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV4	TERMICO	0.5
SLV5	DEAD	1
SLV5	PERM	1
SLV5	SPT_STAT Ka	1
SLV5	SPT_SISM_x_+	0.3
SLV5	SPT_SISM_y_+	0.3
SLV5	SPT_SISM_y_-	0
SLV5	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV5	SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV5	SPQ_SISM_y_-	0
SLV5	INERZIAT_SISM_z	-1
SLV5	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV5	INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV5	INERZIAS_SISM_z	-1
SLV5	INERZIAS_SISM_x	0.3

TABLE: Combination Definitions

ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLV5	INERZIAS_SISM_z	-1
SLV5	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV5	INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV5	REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV5	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV5	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV5	TERMICO	0.5
SLV6	DEAD	1
SLV6	PERM	1
SLV6	SPT_STAT Ka	1
SLV6	SPT_SISM_x_+	0.3
SLV6	SPT_SISM_y_+	0
SLV6	SPT_SISM_y_-	0.3
SLV6	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV6	SPQ_SISM_y_+	0
SLV6	SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV6	INERZIAT_SISM_z	1
SLV6	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV6	INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV6	INERZIAS_SISM_z	1
SLV6	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV6	INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV6	REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV6	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV6	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV6	TERMICO	0.5
SLER1	DEAD	1
SLER1	PERM	1
SLER1	SPT_STAT KO	1
SLER1	SPQ_STAT	1
SLER1	REAZ_IMP_SLER	1
SLER1	TERMICO	1
SLER1	RITIRO	1
SLER2	DEAD	1
SLER2	PERM	1
SLER2	SPT_STAT KO	1
SLER2	SPQ_STAT	1
SLER2	REAZ_IMP_SLER	1
SLER2	TERMICO	1
SLER2	RITIRO	0
SLEF1	DEAD	1
SLEF1	PERM	1
SLEF1	SPT_STAT KO	1
SLEF1	SPQ_STAT	0.75
SLEF1	REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF1	TERMICO	0.6
SLEF1	RITIRO	1
SLEF2	DEAD	1
SLEF2	PERM	1
SLEF2	SPT_STAT KO	1
SLEF2	SPQ_STAT	0.75
SLEF2	REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF2	TERMICO	0.6

TABLE: Combination Definitions

ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLEF2	REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF2	TERMICO	0.6
SLEF2	RITIRO	0
SLV10	DEAD	1
SLV10	PERM	1
SLV10	SPT_STAT Ka	1
SLV10	SPT_SISM_x_+	0.3
SLV10	SPT_SISM_y_+	0
SLV10	SPT_SISM_y_-	1
SLV10	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV10	SPQ_SISM_y_+	0
SLV10	SPQ_SISM_y_-	1
SLV10	INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV10	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV10	INERZIAT_SISM_y_-	1
SLV10	INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV10	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV10	INERZIAS_SISM_y_-	1
SLV10	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV10	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV10	REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV10	TERMICO	0.5
SLV7	DEAD	1
SLV7	PERM	1
SLV7	SPT_STAT Ka	1
SLV7	SPT_SISM_x_+	1
SLV7	SPT_SISM_y_+	0.3
SLV7	SPT_SISM_y_-	0
SLV7	SPQ_SISM_x_+	1
SLV7	SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV7	SPQ_SISM_y_-	0
SLV7	INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV7	INERZIAT_SISM_x	1
SLV7	INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV7	INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV7	INERZIAS_SISM_x	1
SLV7	INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV7	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV7	REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV7	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV7	TERMICO	0.5
SLV8	DEAD	1
SLV8	PERM	1
SLV8	SPT_STAT Ka	1
SLV8	SPT_SISM_x_+	1
SLV8	SPT_SISM_y_+	0
SLV8	SPT_SISM_y_-	0.3
SLV8	SPQ_SISM_x_+	1
SLV8	SPQ_SISM_y_+	0
SLV8	SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV8	INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV8	INERZIAT_SISM_x	1
SLV8	INERZIAT_SISM_y_-	0.3

TABLE: Combination Definitions			TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor	ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLV8	INERZIAT_SISM_x	1	SLV12	SPT_SISM_y_+	0
SLV8	INERZIAT_SISM_y_-	0.3	SLV12	SPT_SISM_y_-	0.3
SLV8	INERZIAS_SISM_z	0.3	SLV12	SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV8	INERZIAS_SISM_x	1	SLV12	SPQ_SISM_y_+	0
SLV8	INERZIAS_SISM_y_-	0.3	SLV12	SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV8	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3	SLV12	INERZIAT_SISM_z	1
SLV8	REAZ_IMP_SISM_X	1	SLV12	INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV8	REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3	SLV12	INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV8	TERMICO	0.5	SLV12	INERZIAS_SISM_z	1
SLV9	DEAD	1	SLV12	INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV9	PERM	1	SLV12	INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV9	SPT_STAT Ka	1	SLV12	REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV9	SPT_SISM_x_+	0.3	SLV12	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV9	SPT_SISM_y_+	1	SLV12	REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV9	SPT_SISM_y_-	0	SLV12	TERMICO	0.5
SLV9	SPQ_SISM_x_+	0.3	SLER3	DEAD	1
SLV9	SPQ_SISM_y_+	1	SLER3	PERM	1
SLV9	SPQ_SISM_y_-	0	SLER3	SPT_STAT K0	1
SLV9	INERZIAT_SISM_z	-0.3	SLER3	SPQ_STAT	1
SLV9	INERZIAT_SISM_x	0.3	SLER3	REAZ_IMP_SLER	1
SLV9	INERZIAT_SISM_y_+	1	SLER3	TERMICO	0
SLV9	INERZIAS_SISM_z	-0.3	SLER3	RITIRO	1
SLV9	INERZIAS_SISM_x	0.3	SLER4	DEAD	1
SLV9	INERZIAS_SISM_y_+	1	SLER4	PERM	1
SLV9	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3	SLER4	SPT_STAT K0	1
SLV9	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLER4	SPQ_STAT	1
SLV9	REAZ_IMP_SISM_Y	1	SLER4	REAZ_IMP_SLER	1
SLV9	TERMICO	0.5	SLER4	TERMICO	0
SLV11	DEAD	1	SLER4	RITIRO	0
SLV11	PERM	1	SLEF3	DEAD	1
SLV11	SPT_STAT Ka	1	SLEF3	PERM	1
SLV11	SPT_SISM_x_+	0.3	SLEF3	SPT_STAT K0	1
SLV11	SPT_SISM_y_+	0.3	SLEF3	SPQ_STAT	0.75
SLV11	SPT_SISM_y_-	0	SLEF3	REAZ_IMP_SLEF	1
SLV11	SPQ_SISM_x_+	0.3	SLEF3	TERMICO	0
SLV11	SPQ_SISM_y_+	0.3	SLEF3	RITIRO	1
SLV11	SPQ_SISM_y_-	0	SLEF4	DEAD	1
SLV11	INERZIAT_SISM_z	-1	SLEF4	PERM	1
SLV11	INERZIAT_SISM_x	0.3	SLEF4	SPT_STAT K0	1
SLV11	INERZIAT_SISM_y_+	0.3	SLEF4	SPQ_STAT	0.75
SLV11	INERZIAS_SISM_z	-1	SLEF4	REAZ_IMP_SLEF	1
SLV11	INERZIAS_SISM_x	0.3	SLEF4	TERMICO	0
SLV11	INERZIAS_SISM_y_+	0.3	SLEF4	RITIRO	0
SLV11	REAZ_IMP_SISM_Z	-1	SLU3	DEAD	1.35
SLV11	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLU3	PERM	1.35
SLV11	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3	SLU3	SPT_STAT K0	1.35
SLV11	TERMICO	0.5	SLU3	SPQ_STAT	1.35
SLV12	DEAD	1	SLU3	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLV12	PERM	1	SLU3	TERMICO	0
SLV12	SPT_STAT Ka	1	SLU3	RITIRO	1.2
SLV12	SPT_SISM_x_+	0.3	SLU4	DEAD	1.35
SLV12	SPT_SISM_y_+	0	SLU4	PERM	1.35
SLV12	SPT_SISM_y_-	0.3	SLU4	SPT_STAT K0	1.35

TABLE: Combination Definitions

ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLU4	SPT_STAT K0	1.35
SLU4	SPQ_STAT	1.35
SLU4	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU4	TERMICO	0
SLU4	RITIRO	0
SLU5	DEAD	1
SLU5	PERM	1
SLU5	SPT_STAT K0	1
SLU5	SPQ_STAT	0
SLU5	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU6	DEAD	1
SLU6	PERM	1
SLU6	SPT_STAT K0	1
SLU6	SPQ_STAT	1
SLU6	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLEQP1	DEAD	1
SLEQP1	PERM	1
SLEQP1	SPT_STAT K0	1
SLEQP1	SPQ_STAT	0
SLEQP1	REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP1	TERMICO	0.5
SLEQP1	RITIRO	1
SLEQP2	DEAD	1
SLEQP2	PERM	1
SLEQP2	SPT_STAT K0	1
SLEQP2	SPQ_STAT	0
SLEQP2	REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP2	TERMICO	0.5
SLEQP2	RITIRO	0
SLEQP3	DEAD	1
SLEQP3	PERM	1
SLEQP3	SPT_STAT K0	1
SLEQP3	SPQ_STAT	0
SLEQP3	REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP3	TERMICO	0
SLEQP3	RITIRO	1
SLEQP4	DEAD	1
SLEQP4	PERM	1
SLEQP4	SPT_STAT K0	1
SLEQP4	SPQ_STAT	0
SLEQP4	REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP4	TERMICO	0
SLEQP4	RITIRO	0

8 MODELLAZIONE NUMERICA

Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP 2000 V. 21 , schematizzando l'intera struttura con un modello tridimensionale agli elementi finiti.

Tutti gli elementi strutturali della spalla sono stati descritti come elementi bidimensionali a shell, mentre la palificata di sostegno è stata descritta con elementi monodimensionali a trave (frame). Al fine di schematizzare l'interazione terreno – struttura, si sono assegnate, ai nodi di estremità dei frame dei pali, molle elastiche alla Winkler in entrambe le direzioni orizzontali, x e y, per tutto lo sviluppo dei pali.

Nella figura di seguito riportata si evidenzia il modello tridimensionale implementato.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

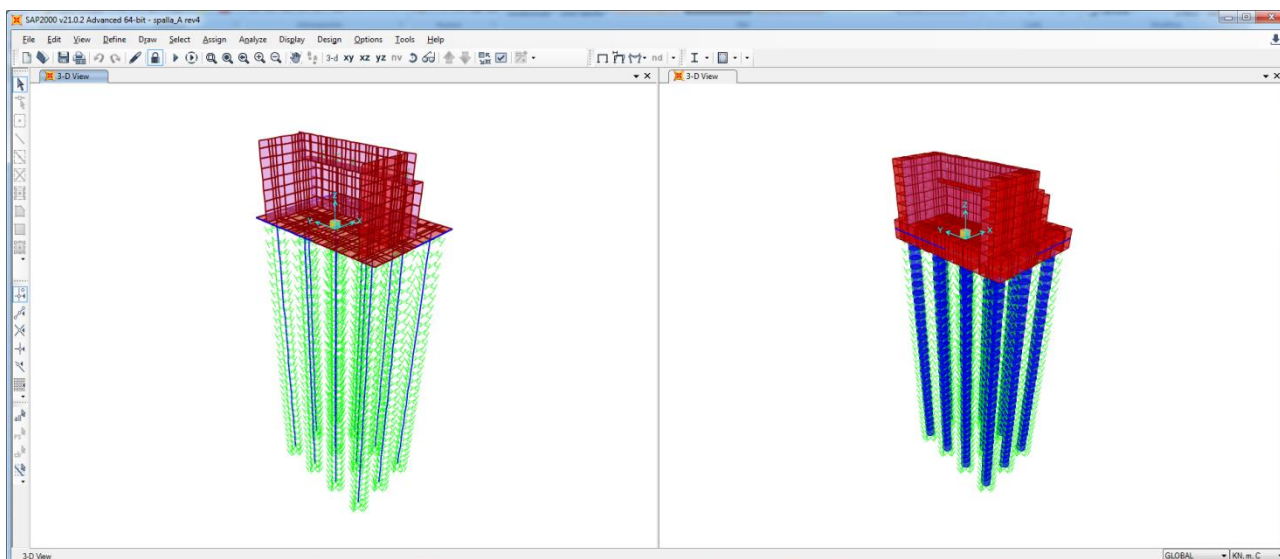


Figura 5: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Spalla

8.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

8.2 Tipo di analisi svolta (paragrafo 10.2 del DM 17-01-18)

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.1.0.

Gli elementi costituenti la struttura delle spalle sono stati modellati utilizzando elementi bidimensionali (shell) mentre per i pali degli elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

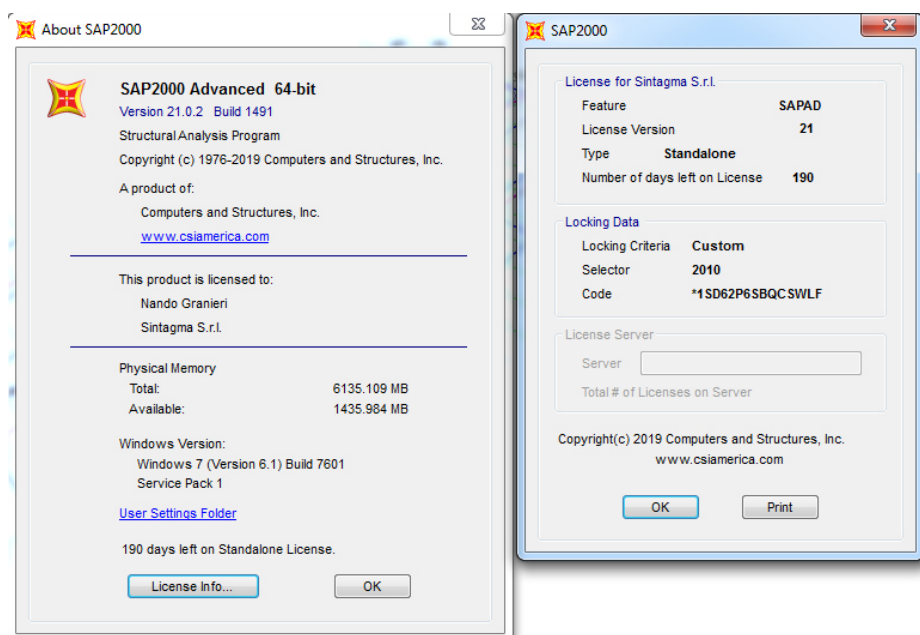
L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica lineare con forze equivalenti secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.1.0

8.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL. Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore e' inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

8.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

8.5 Parametri modello geotecnico NW01

La tabella che segue fornisce la stratigrafia di riferimento per il dimensionamento delle opere.

PK 0+766,98		PK 0+785,88	
NW01**			
Parallelo a VI02 (Bretella CT-SR)			
stratigrafia			
-			
U1	7.5		
U1a	5.5		
U2a	9		
U2	1.5		
U2a	4.5		
U2	10		
sondaggi			
nome	PK (CT-SR)	Q.ta	D ASSE
SD22	3+007,61	8.57	28 dx
SD35	2+927,67	9.16	1 dx
SH1	2+937,72	10.33	23 sx
S2e	2+994,12	8.60	1 dx

Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento NW01

UNITA' GEOTECNICHE



Unità U1 – Sabbie Limose (bb2 - depositi alluvionali recenti)



Unità U1a – Argille limose e limi argillosi (bb3 - depositi alluvionali recenti)



Unità U2 – Sabbia, sabbia limosa (bn2 - depositi alluvionali antichi)



Unità U2a – Limi argillosi (bn3 - depositi alluvionali antichi)



Unità U2b – Ghiaia sabbiosa (bn1 - depositi alluvionali antichi)



Unità U3 – Argilla limosa (FAG- Formazione delle argille grigio-azzurre)

8.5.1 Rigidezza delle molle orizzontali dei pali

La rigidezza delle molle è stata valutata secondo le indicazioni contenute in Viggiani (1999).

Per la valutazione degli spostamenti dei pali di fondazione, ai fini del controllo dell'attivazione della condizione di spinta attiva del terreno, è stato determinato il valore del coefficiente k_h .

Per terreni coesivi, Broms suggerisce di correlare il valore di k_h al modulo secante E_{50} , che a sua volta può essere correlato alla coesione non drenata c_u . Si ha quindi:

$$k_h = 400 c_u/d$$

Nel caso di terreni non coesivi l'andamento del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la profondità secondo la seguente espressione

$$k_h = n_h z/d$$

dove n_h per sabbie immerse caratterizzate da uno stato di addensamento medio, è pari a 5000 kN/m³.

I valori della rigidezza del terreno sono applicati sui pali tenendo conto delle distanza tra due nodi consecutivi dell'elemento frame (1.0 m) con cui è stato schamantizzato il palo nella modellazione.





	d (m)	1.2	
	n_h (kN/m ³)	5000	U1 -U2 - U2B
	cu (kN/m2)	45	U1A
	cu (kN/m2)	40	U2A

	z (m)	k_h (kN/m ³)	k_h (kN/m)
U1	0	0	0
	1	5000	3000
	2	10000	12000
	3	15000	18000
	4	20000	24000
	5	25000	30000
	6	30000	36000
U1A	7	35000	42000
	8	15000	18000
	9	15000	18000
	10	15000	18000
	11	15000	18000
U2A	12	15000	18000
	13	15000	18000
	14	13333	16000
	15	13333	16000
	16	13333	16000
	17	13333	16000
	18	13333	16000
	19	13333	16000
U2	20	13333	16000
	21	13333	16000
U2A	22	13333	16000
	23	115000	138000
	24	120000	144000
	25	13333	16000
	26	13333	16000
U2	27	13333	16000
	28	13333	16000
	29	13333	16000
U2	30	150000	180000
	31	155000	186000
	32	160000	192000
	33	165000	198000
	34	170000	204000
	35	175000	210000
	36	180000	216000
	37	185000	222000
	38	190000	228000
	39	195000	234000
	40	200000	240000

9 SPOSTAMENTI IN TESTA AI PALI

Per il calcolo della spinta del terreno sulla spalla, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios v_d/h

Kind of wall movement		v_d/h loose soil %	v_d/h dense soil %
a)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b)		0,2	0,05 to 0,1
c)		0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:
 v_d is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

Di seguito si riportano gli spostamenti lungo X (in direzione 1) in testa ai pali della spalla considerando le forze agenti sul modello in direzione X come riportato nella seguente tabella:

Combo testa palo	DEAD	1
	PERM	1
	PESO IMPALCATO	1
	SPT_STAT Ka	1
	SPT_SISM_x_+	1
	SPQ_SISM_x_+	1
	INERZIAT_SISM_x	1
	INERZIAS_SISM_x	1

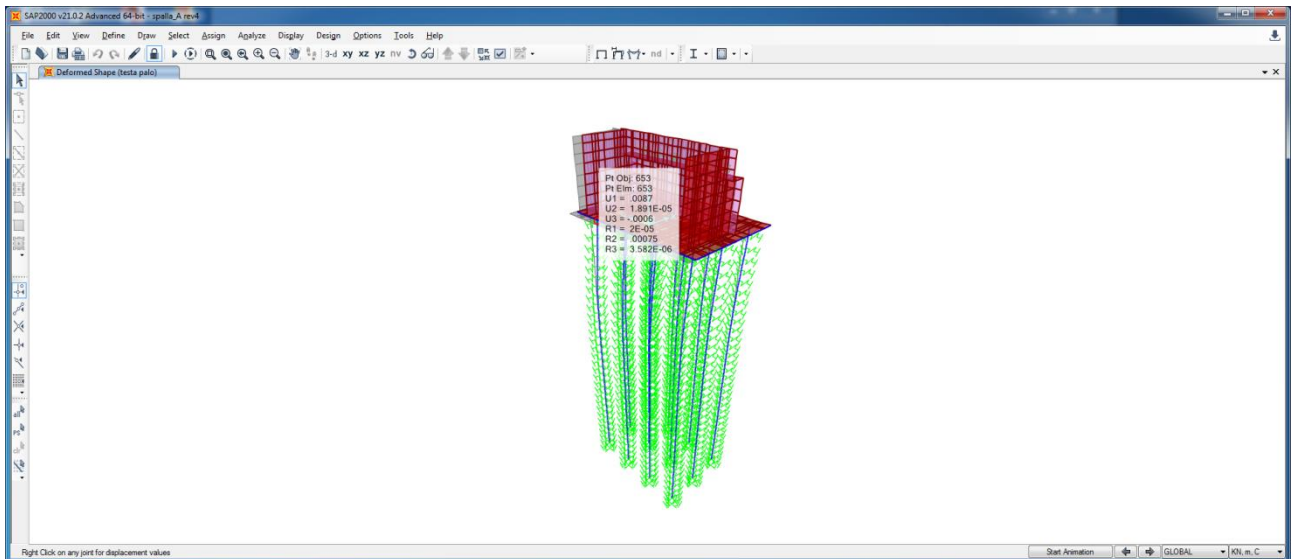


Figura 6 – Spostamento in testa ai pali

TABLE: Joint Displacements			minU1	H	Ulim=0.1%H	
Joint	OutputCase	CaseType	U1	mm	m	mm
Text	Text	Text	m	8.70	7.15	7.15
653	testa palo	Combination	0.008695			
682	testa palo	Combination	0.008707			
711	testa palo	Combination	0.008707			
740	testa palo	Combination	0.008695			
769	testa palo	Combination	0.008731			
798	testa palo	Combination	0.008731			
827	testa palo	Combination	0.008745			
856	testa palo	Combination	0.008745			
885	testa palo	Combination	0.008769			
914	testa palo	Combination	0.008775			
943	testa palo	Combination	0.008775			
972	testa palo	Combination	0.008769			

verificato

Come si può vedere lo spostamento minimo in testa ai pali è sempre maggiore del limite richiesto.

10 ANALISI MODALE

Per l'analisi modale della spalla si considera il modello di calcolo precedente senza il contributo dei pali di fondazione al posto dei quali si inseriscono degli appoggi fissi. Le masse provenienti dall'impalcato coerentemente allo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio tra spalla e impalcato. Con lo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio della spalla fissa riportato di seguito le masse applicate ai nodi sono quelle della seguente tabella:

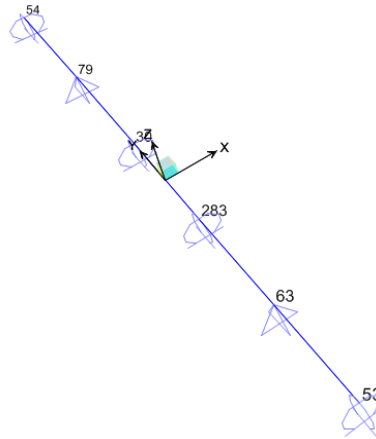


Figura 7 – Nodi impalcato

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	G1+G2	Combination	0	0	342.02
53	G1+G2	Combination	0	0	377.184
54	G1+G2	Combination	0	0	377.184
63	G1+G2	Combination	0	0	347.327
79	G1+G2	Combination	0	0	347.327
283	G1+G2	Combination	0	0	342.02

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
30	G1+G2	LinStatic	0	0	39.872
53	G1+G2	LinStatic	0	0	92.364
54	G1+G2	LinStatic	0	0	92.364
63	G1+G2	LinStatic	0	0	25.227
79	G1+G2	LinStatic	0	0	25.227
283	G1+G2	LinStatic	0	0	39.872

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions				
Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
30	G1+G2	0.0	0.0	-381.9
53	G1+G2	0.0	0.0	-469.5
54	G1+G2	0.0	0.0	-469.5
63	G1+G2	0.0	0.0	-372.6
79	G1+G2	0.0	0.0	-372.6
283	G1+G2	0.0	0.0	-381.9

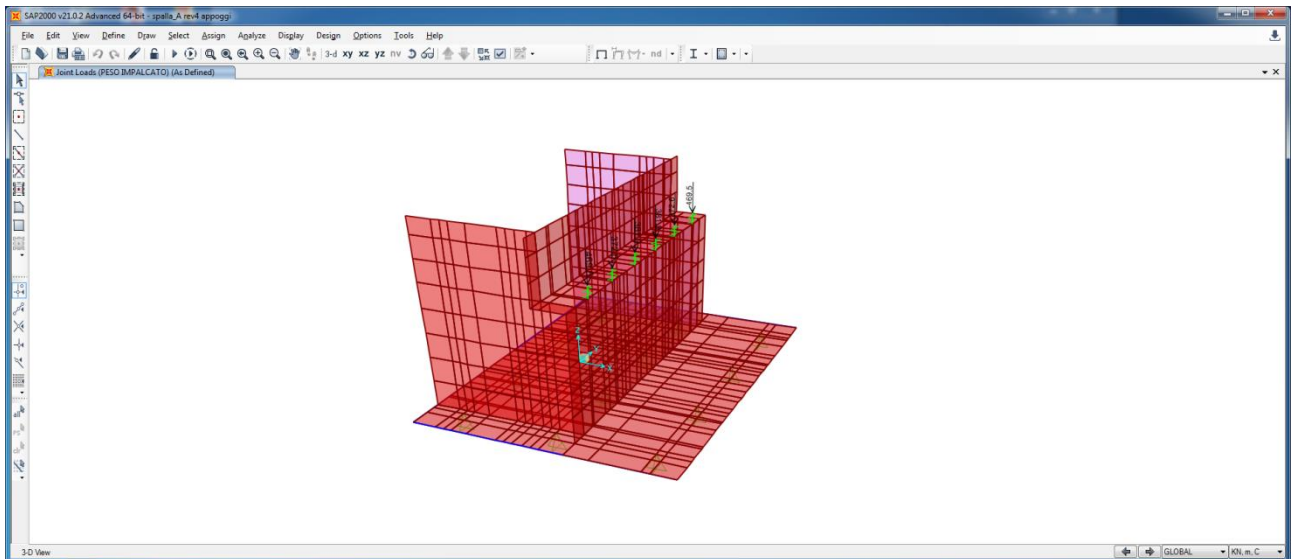


Figura 8 – Masse concentrate ai nodi degli apparecchi di appoggio

Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti. La massa dei pali non è considerata nei calcoli.

Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi.

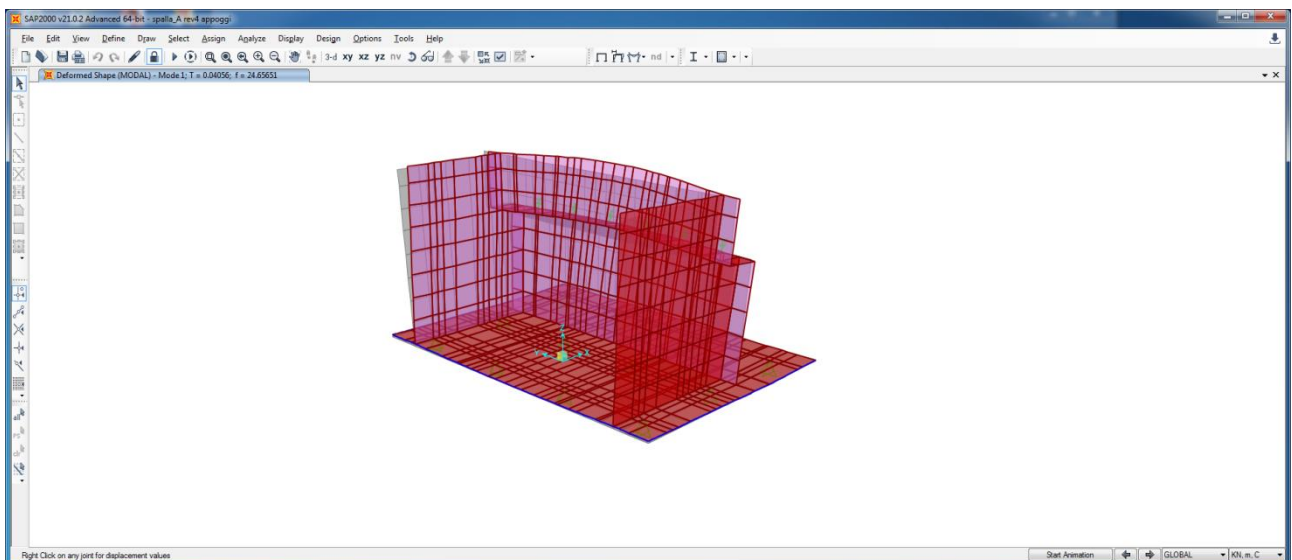


Figura 9 – Modo 1 T1 = 0.04056s

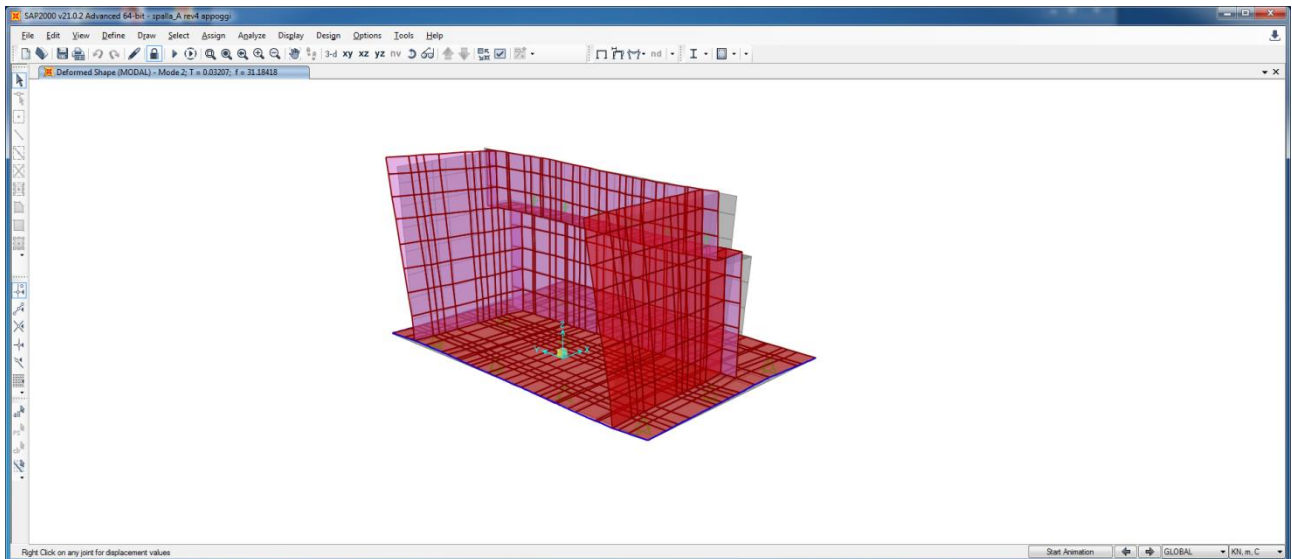


Figura 10 – Modo 2 $T_2 = 0.03207s$

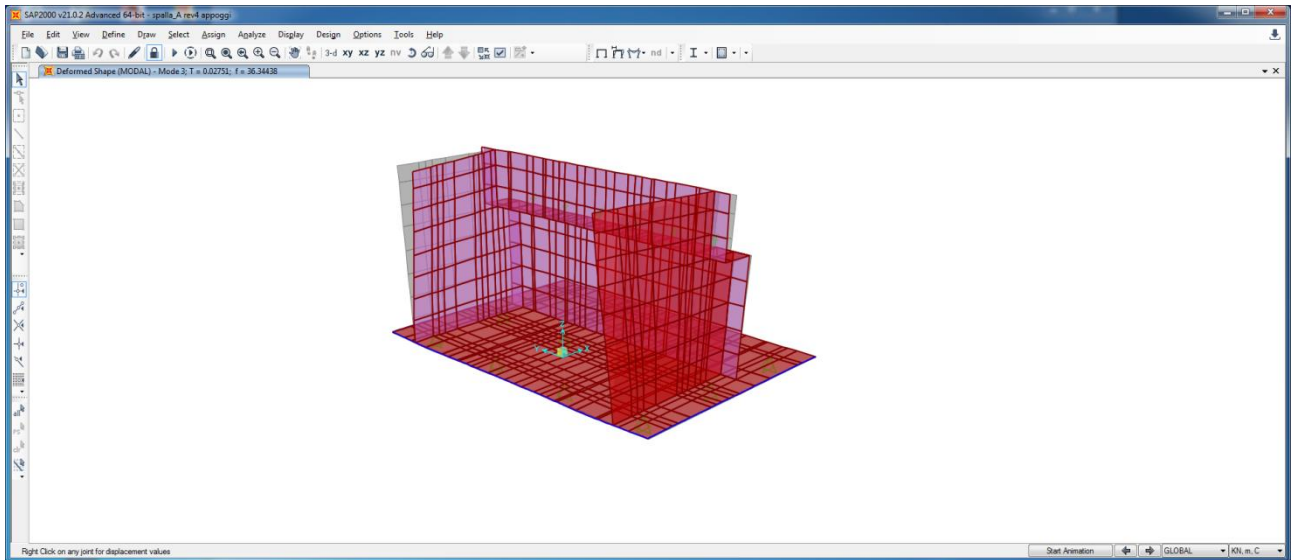


Figura 11 – Modo 3 $T_3 = 0.02751s$

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.040557	0.27219	3.297E-08	0.00018	0.27219	3.297E-08	0.00018
MODAL	Mode	2	0.032068	5.55E-08	0.18387	5.265E-08	0.27219	0.18387	0.00018
MODAL	Mode	3	0.027515	0.011	1.571E-09	0.00022	0.28319	0.18387	0.0004
MODAL	Mode	4	0.025932	1.616E-08	0.01037	4.575E-10	0.28319	0.19423	0.0004
MODAL	Mode	5	0.0204	9.147E-08	0.14232	2.776E-07	0.28319	0.33656	0.0004
MODAL	Mode	6	0.020095	0.02449	9.279E-07	0.11037	0.30768	0.33656	0.11077
MODAL	Mode	7	0.016052	0.01459	4.587E-08	0.58684	0.32227	0.33656	0.6976
MODAL	Mode	8	0.013853	8.211E-09	0.01307	5.001E-09	0.32227	0.34962	0.6976
MODAL	Mode	9	0.013225	0.00169	0.00001048	0.12857	0.32396	0.34963	0.82617
MODAL	Mode	10	0.013018	6.795E-07	0.04911	0.00012	0.32396	0.39874	0.82628
MODAL	Mode	11	0.012986	0.00016	0.00011	0.01138	0.32412	0.39886	0.83766
MODAL	Mode	12	0.012693	0.01169	5.594E-07	0.00061	0.33581	0.39886	0.83828
MODAL	Mode	13	0.01079	0.00264	0.00000161	0.00621	0.33844	0.39886	0.84449
MODAL	Mode	14	0.010524	5.623E-07	0.00087	8.658E-07	0.33845	0.39973	0.84449
MODAL	Mode	15	0.01046	0.00075	8.782E-10	0.000003861	0.33919	0.39973	0.8445
MODAL	Mode	16	0.010017	0.02951	3.204E-07	0.00386	0.36871	0.39973	0.84836
MODAL	Mode	17	0.009609	3.569E-08	0.01513	0.00000033	0.36871	0.41486	0.84836
MODAL	Mode	18	0.009441	6.447E-07	0.0555	5.285E-07	0.36871	0.47036	0.84836
MODAL	Mode	19	0.009239	0.00804	6.183E-07	0.00689	0.37674	0.47036	0.85525
MODAL	Mode	20	0.009214	0.00001211	0.14345	8.558E-08	0.37676	0.61381	0.85525
MODAL	Mode	21	0.009009	0.46082	0.000003768	0.00124	0.83757	0.61381	0.85649
MODAL	Mode	22	0.008782	1.544E-07	0.02914	1.499E-08	0.83757	0.64295	0.85649
MODAL	Mode	23	0.008592	0.03628	0.000004954	0.00157	0.87385	0.64296	0.85805
MODAL	Mode	24	0.008389	5.652E-09	0.0000945	0.000003367	0.87385	0.64305	0.85806
MODAL	Mode	25	0.008264	0.0002	0.000001763	0.00051	0.87406	0.64306	0.85856

10.1 Criteri di verifica

Si riportano di seguito i criteri di verifica per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono la spalla.

ELEMENTI IN C.A.

Verifiche allo sls

Verifiche a pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con $\epsilon_{c2}=0,2\%$ ed $\epsilon_{cu}=0,35\%$.

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con $\epsilon_{cu}=1,0\%$.

Verifiche a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$, resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio
- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$, valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento
- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$, valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ con d in mm
- $\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- A_{s1} è l'area dell'armatura tesa
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{op} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$ per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

Verifiche allo sle

OPERE EXTRA LINEA (ad esempio fabbricati, scatolari di approccio ai ponti e cvf stradali, ponti ed opere minori della viabilità non interferenti con la linea ferroviaria):

Verifiche tensionali par. 4.1.2.2.5NTC2018

4.1.2.2.5 Stato limite di limitazione delle tensioni

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

4.1.2.2.5.1 Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica} \quad [4.1.15]$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad [4.1.16]$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra prescritti vanno ridotti del 20%.

4.1.2.2.5.2 Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0,8 f_{yk} \quad [4.1.17]$$

Verifiche a fessurazione par. 4.1.2.2.4 NTC2018

4.1.2.2.4 Stato limite di fessurazione

In ordine di severità decrescente, per la combinazione di azioni prescelta, si distinguono i seguenti stati limite:

- stato limite di decompressione, nel quale la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2} \quad [4.1.13]$$

dove f_{ctm} è definito nel § 11.2.10.2;

- stato limite di apertura delle fessure, nel quale il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm} \quad w_2 = 0,3 \text{ mm} \quad w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

4.1.2.2.4.1 Combinazioni di azioni

Si prendono in considerazione le seguenti combinazioni:

- combinazioni quasi permanenti;
- combinazioni frequenti.

4.1.2.2.4.2 Condizioni ambientali

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, le condizioni ambientali possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle *Linee Guida per il calcestruzzo strutturale* emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nonché nella UNI EN 206:2016.

Tab. 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

4.1.2.2.4.3 Sensibilità delle armature alla corrosione

Le armature si distinguono in due gruppi:

- armature sensibili;
- armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso.

Appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari.

Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili, si può tener conto della loro minor sensibilità alla corrosione sulla base di documenti di comprovata validità.

4.1.2.2.4.4 Scelta degli stati limite di fessurazione

Nella Tab. 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4, il valore w_k è definito al § 4.1.2.2.4.5.

4.1.2.2.4.5 Verifica dello stato limite di fessurazione

Stato limite di decompressione e di formazione delle fessure

Le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata non fessurata.

Stato limite di apertura delle fessure

Il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare i valori nominali w_1, w_2, w_3 secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.IV.

L'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1,7 \epsilon_{sm} \Delta_{sm} \quad [4.1.14]$$

Per il calcolo di ϵ_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati criteri consolidati riportati in documenti di comprovata validità.

La verifica dell'ampiezza di fessurazione può anche essere condotta senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, ad un massimo correlato al diametro delle barre ed alla loro spaziatura.

11 ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti. I valori del momento M_{11} e M_{22} , del taglio V_{13} e V_{23} e del carico assiale F_{22} riportati nelle figure seguenti, sono opportunamente tagliati sullo spessore delle pareti e della soletta di fondo.

PARAMENTO + PARAGHIAIA

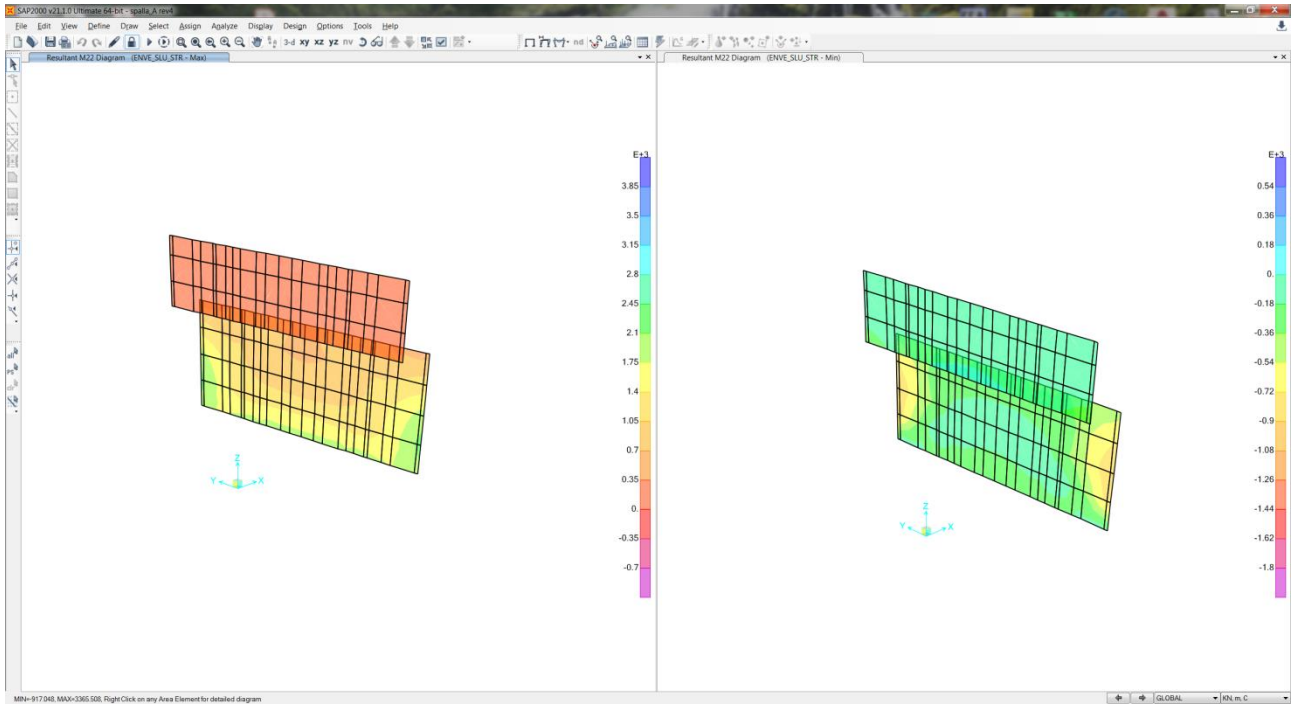


Figura 12: Momento Flettente M_{22} - Involuppo SLU_STR

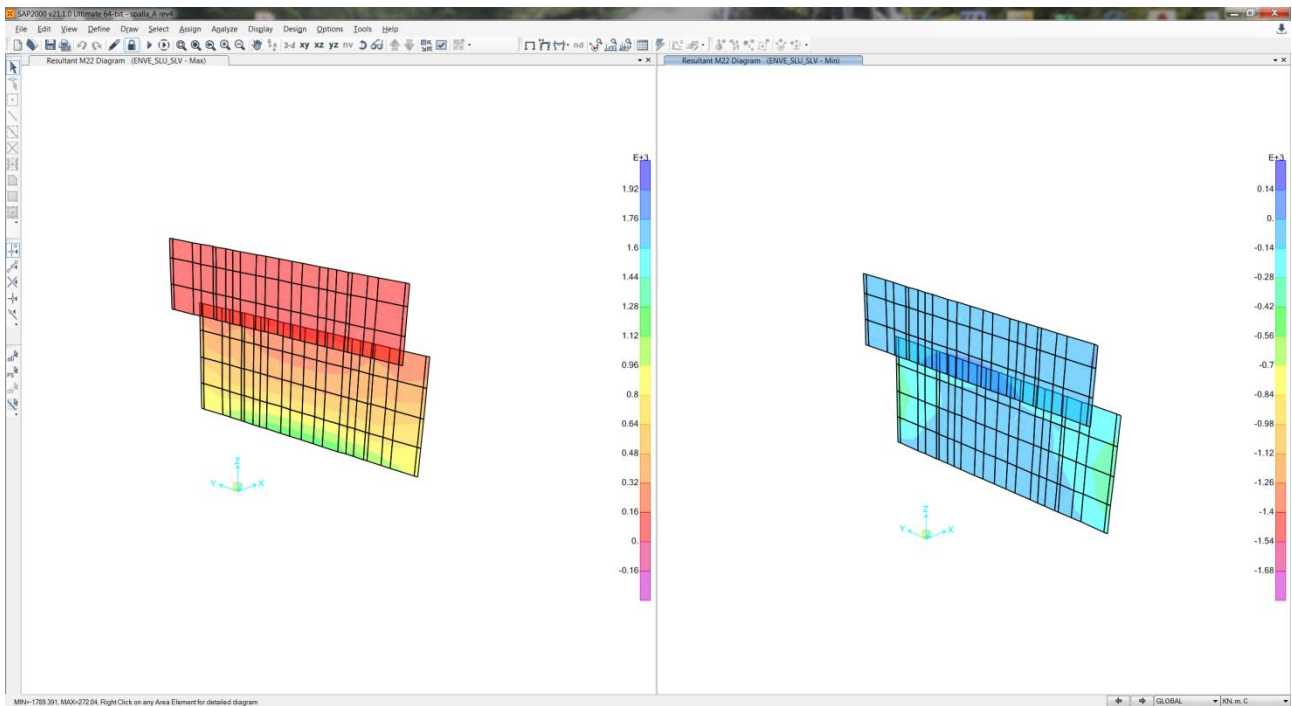


Figura 13: Momento Flettente M_{22} - Involuppo SLU_SLV

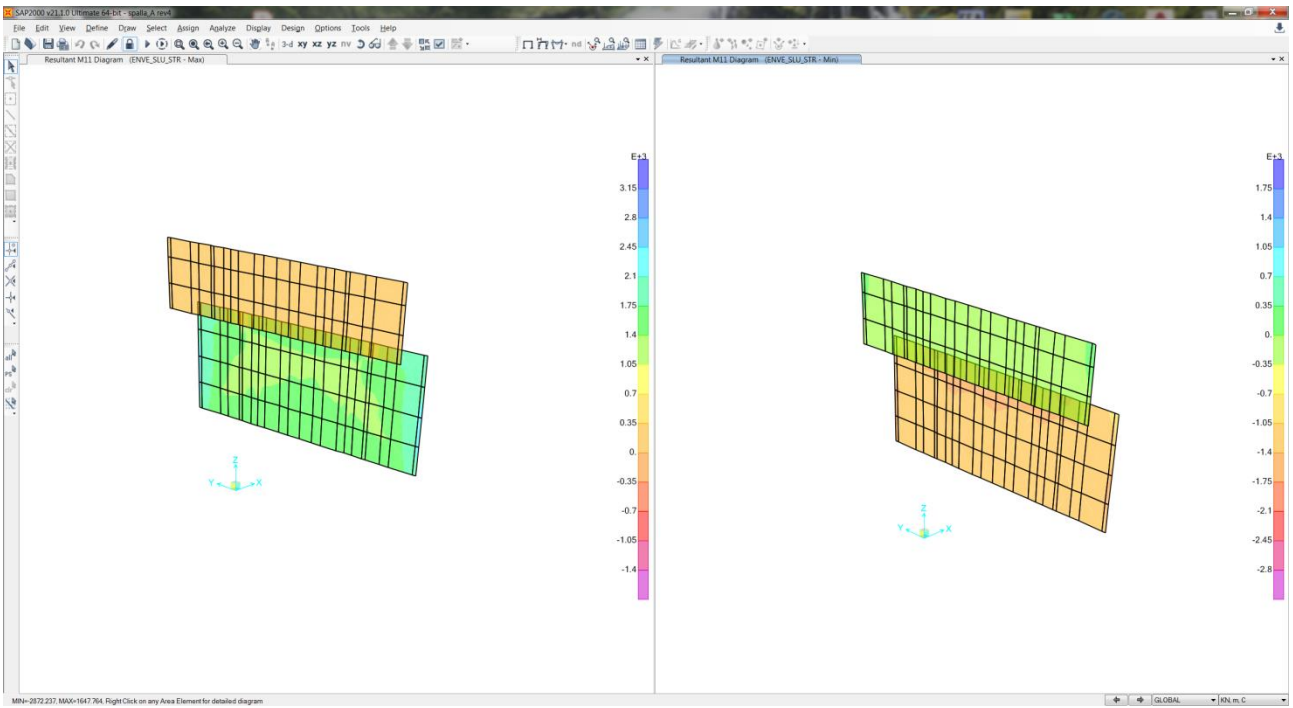


Figura 14: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_STR

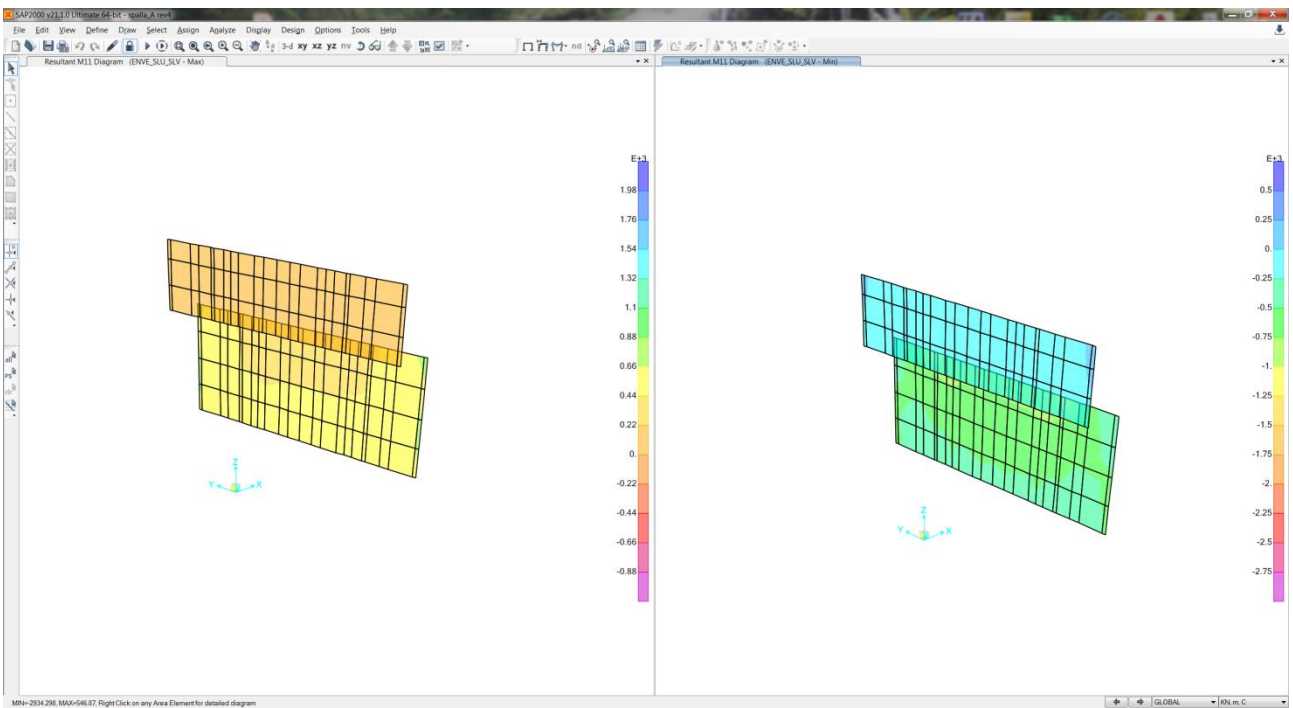


Figura 15: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_SLV

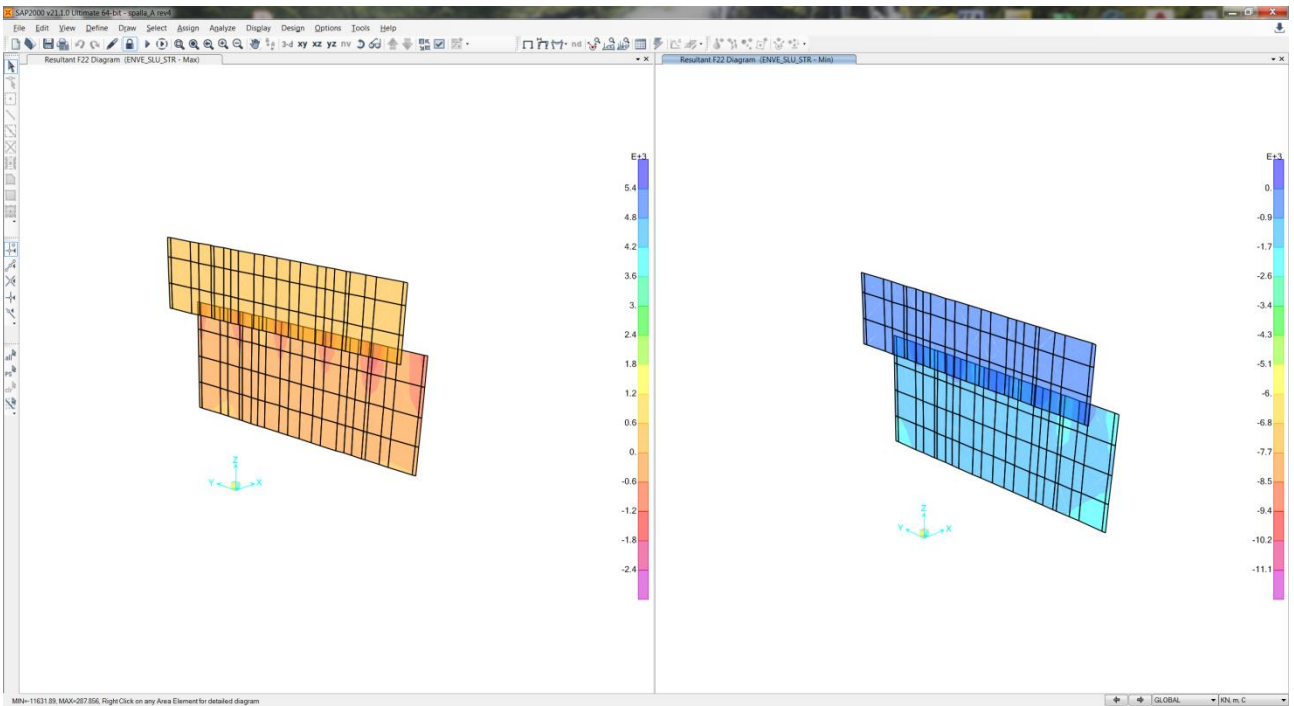


Figura 16: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_STR

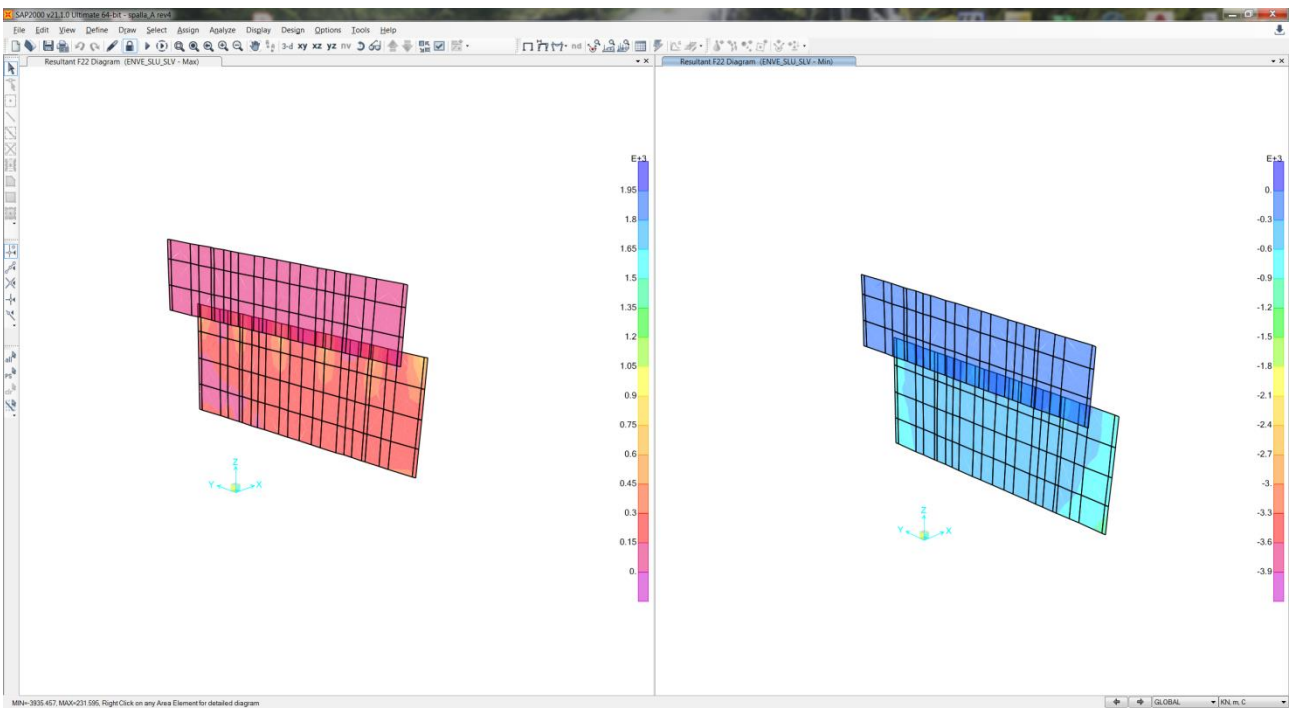


Figura 17: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_SLV

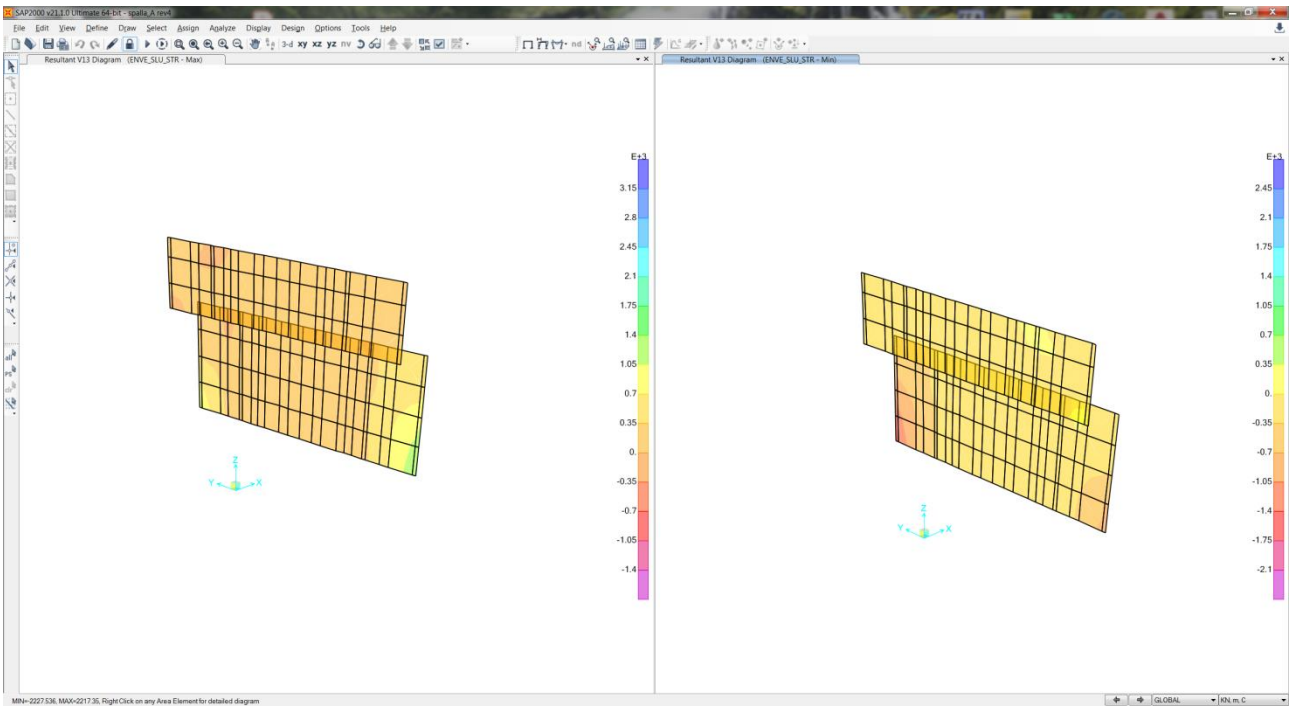


Figura 18: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU

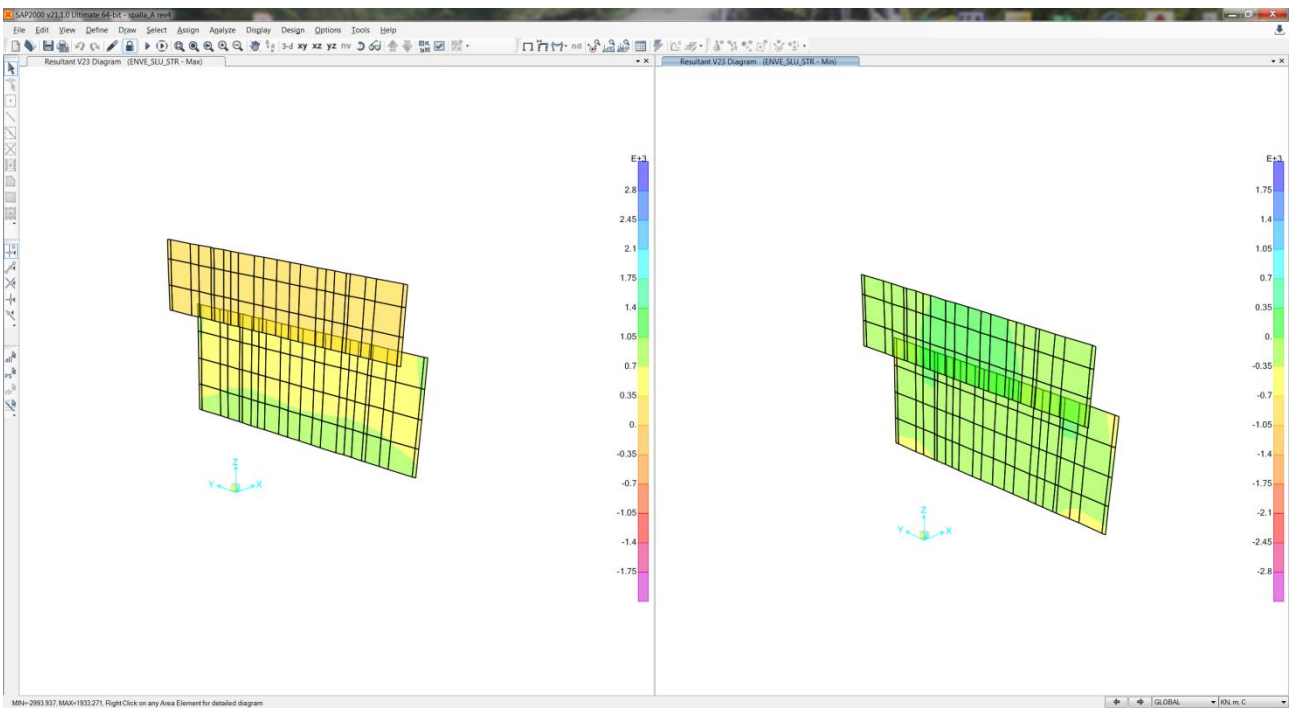


Figura 19: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU

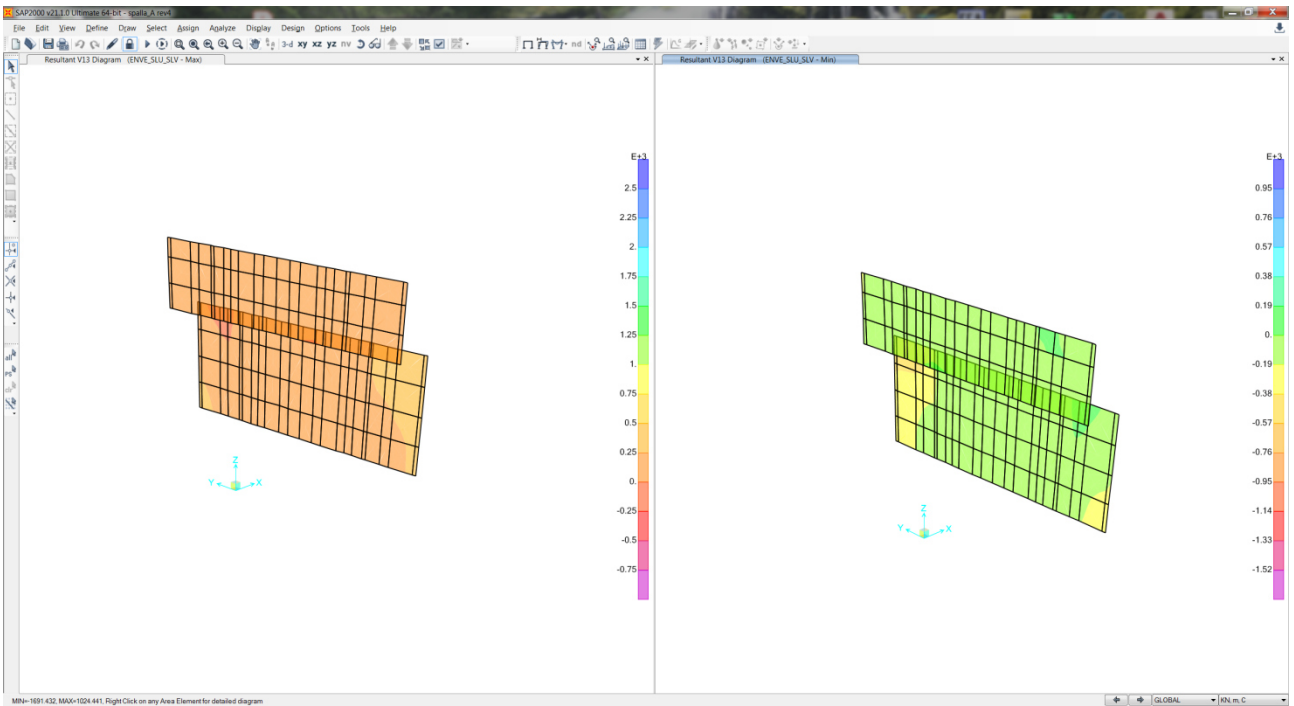


Figura 20: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

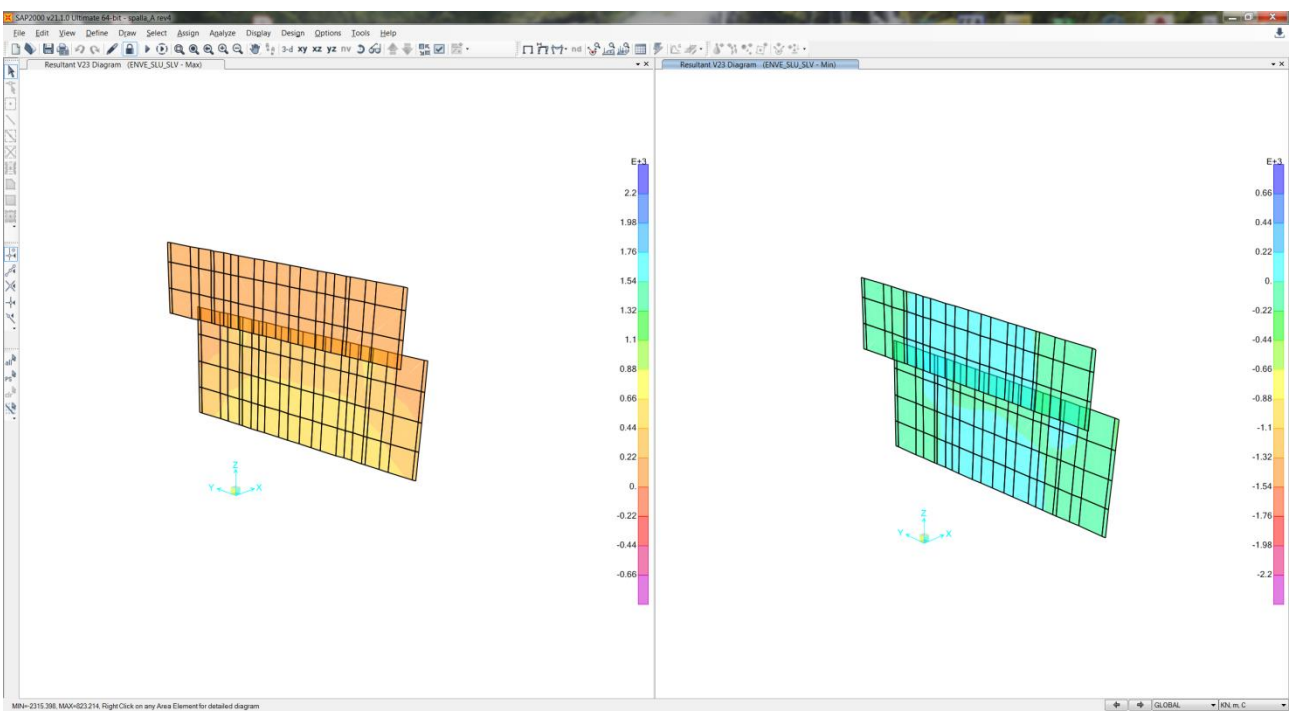


Figura 21: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

MURO D'ALA

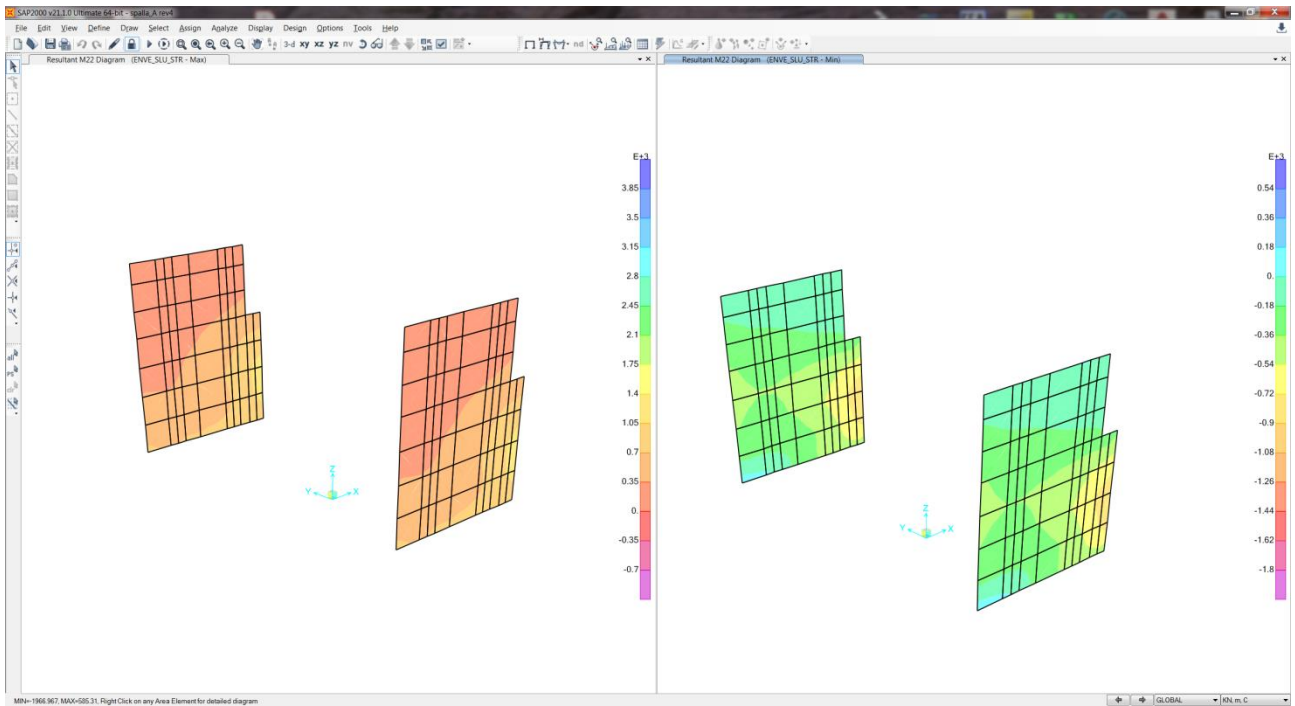


Figura 22: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_STR

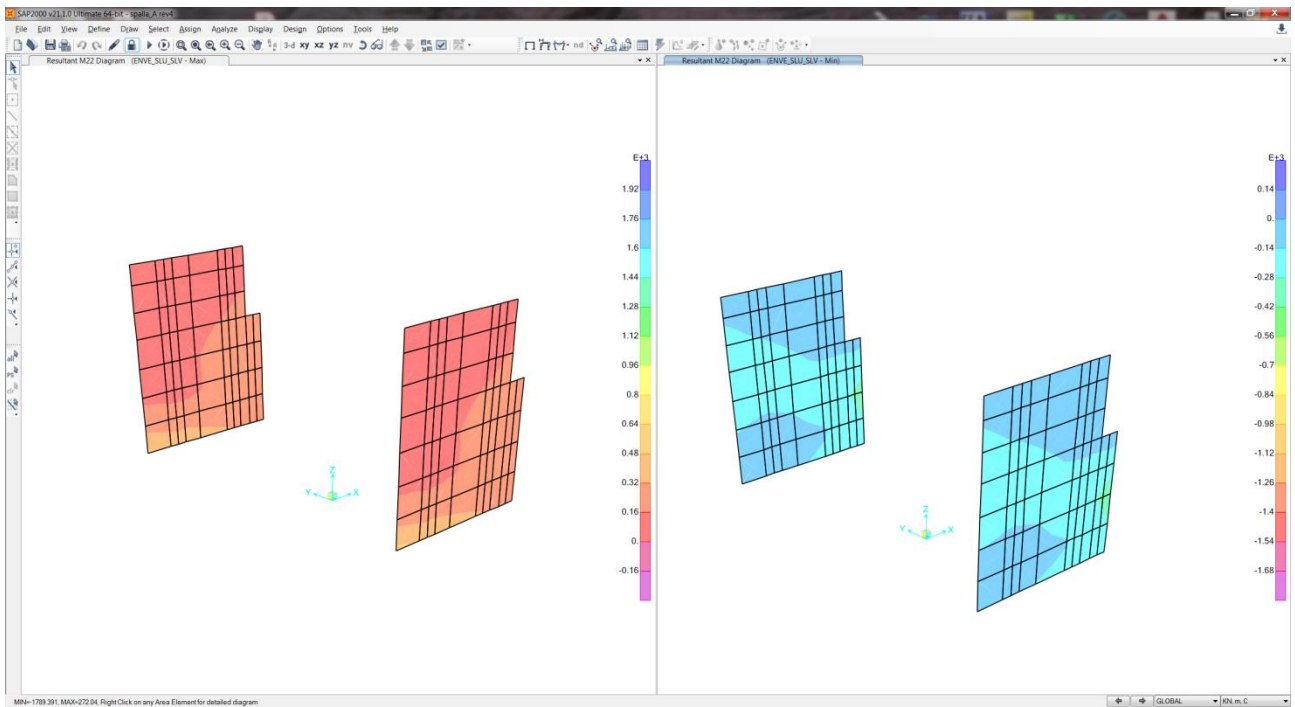


Figura 23: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_SLV

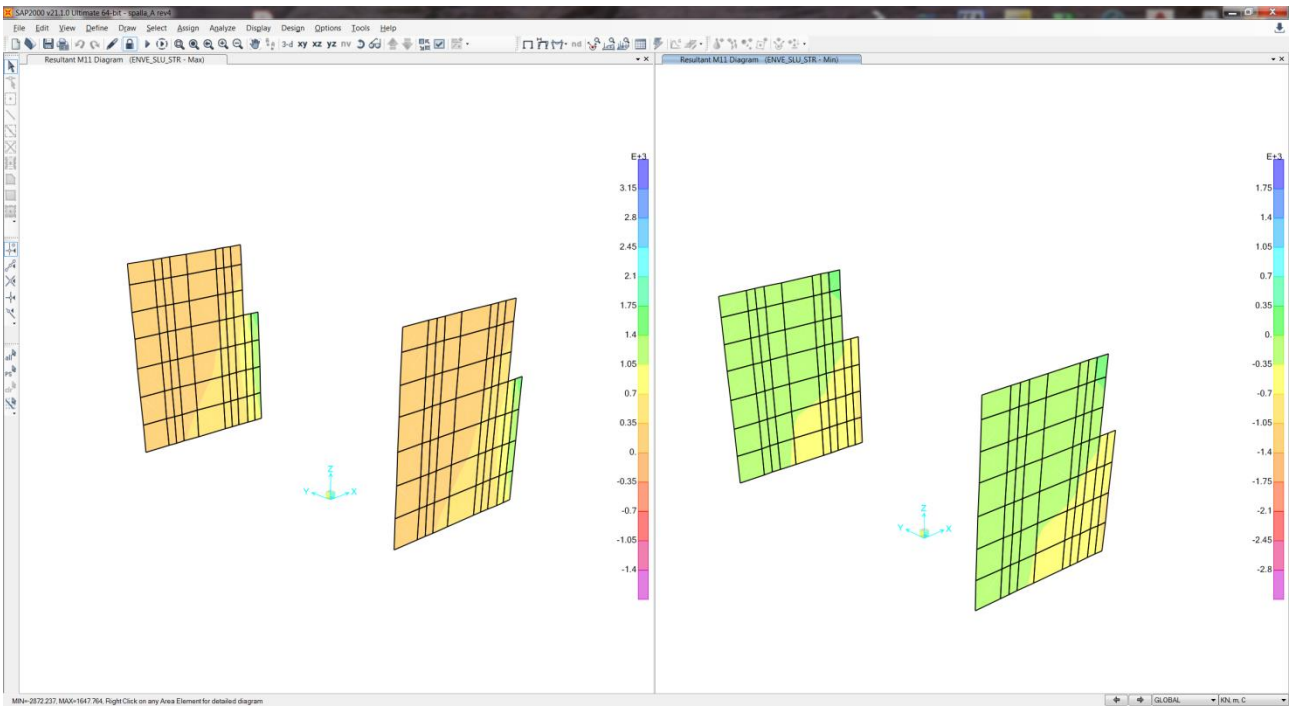


Figura 24: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_STR

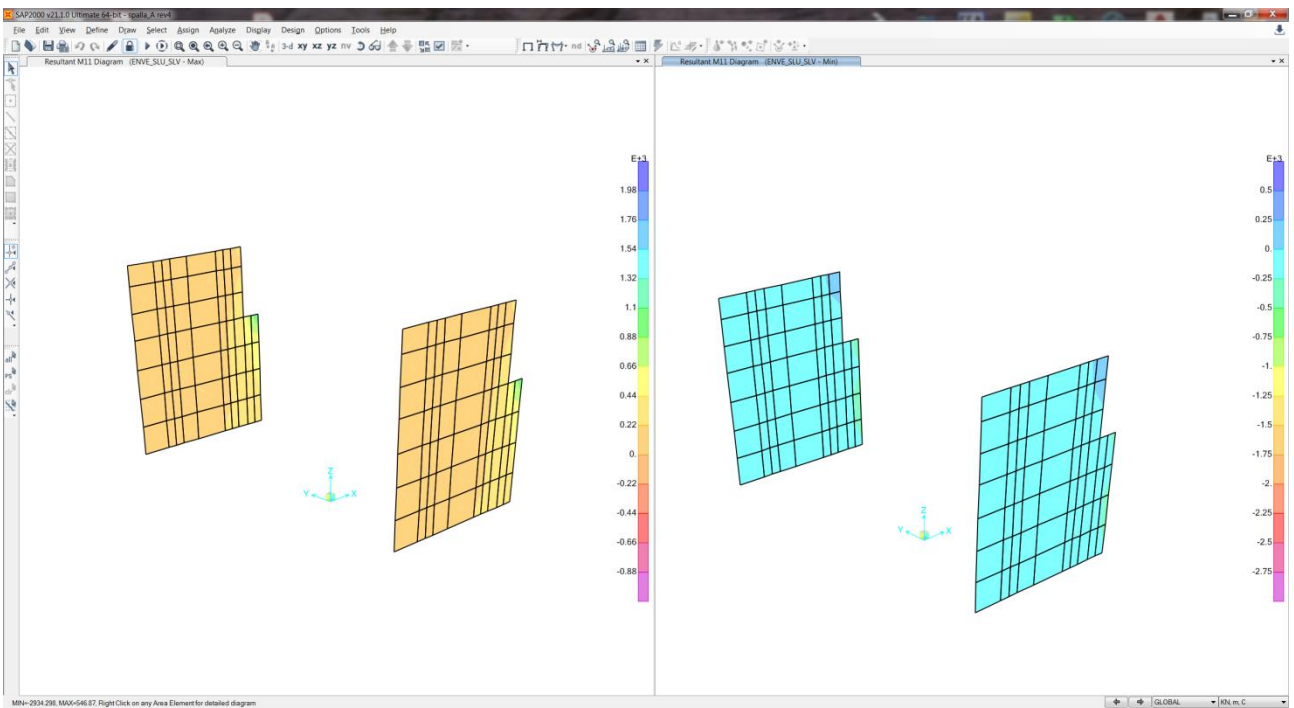


Figura 25: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_SLV

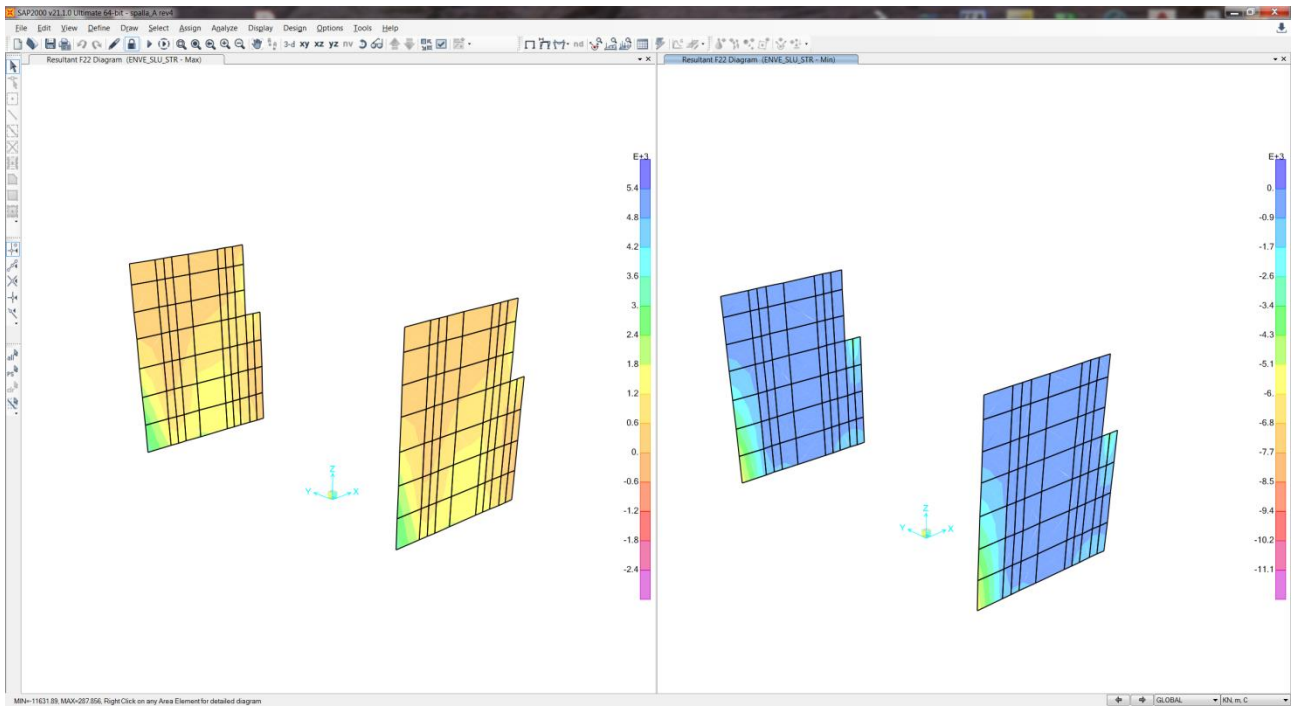


Figura 26: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_STR

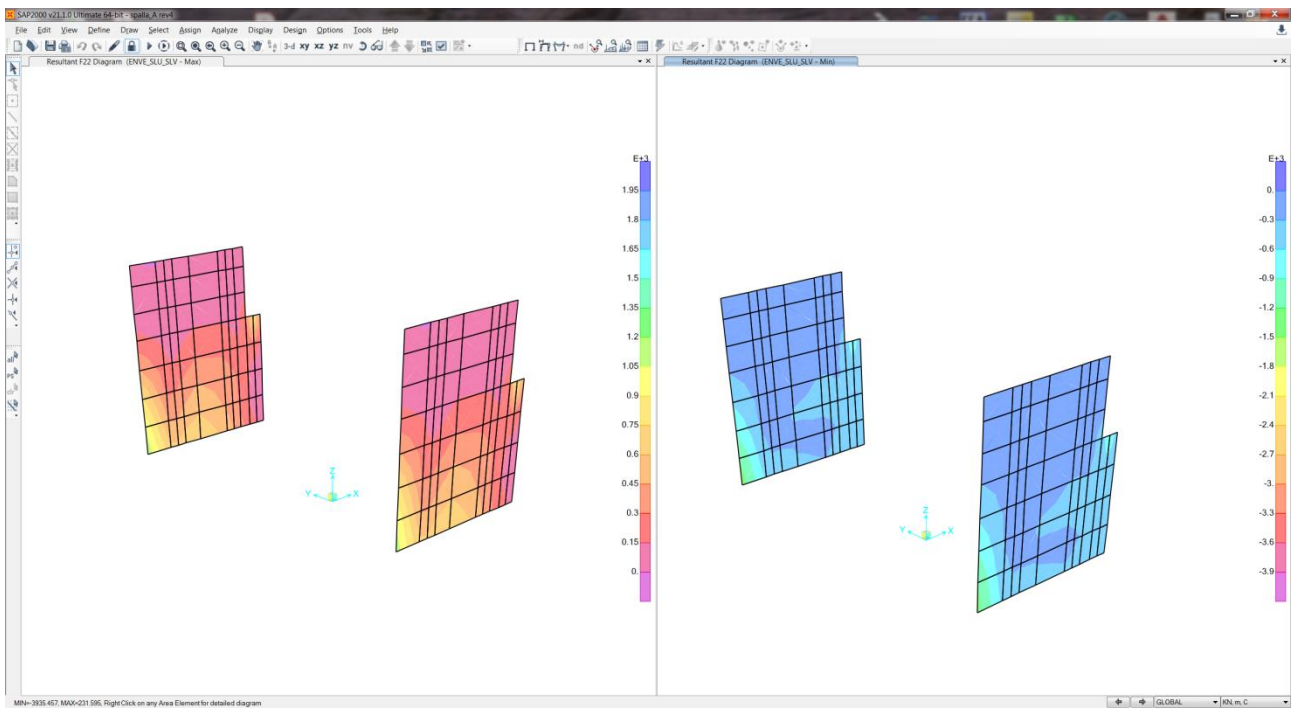


Figura 27: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_SLV

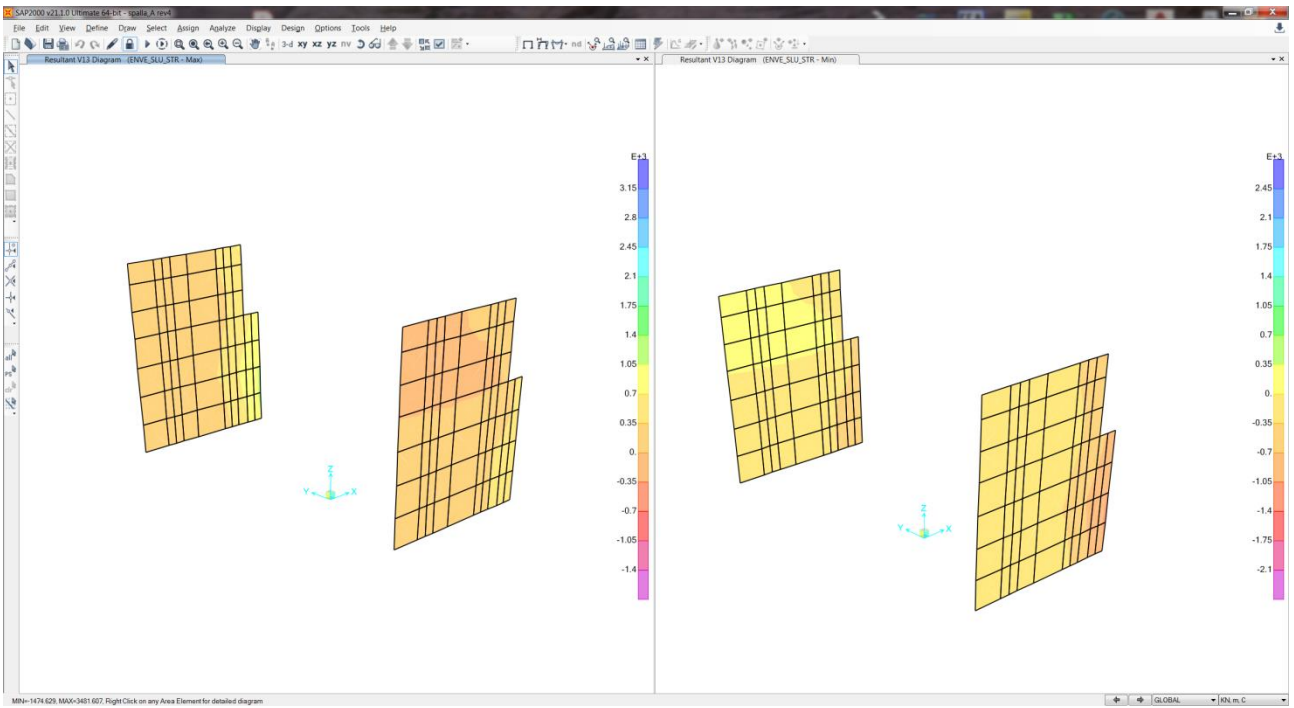


Figura 28: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_STR

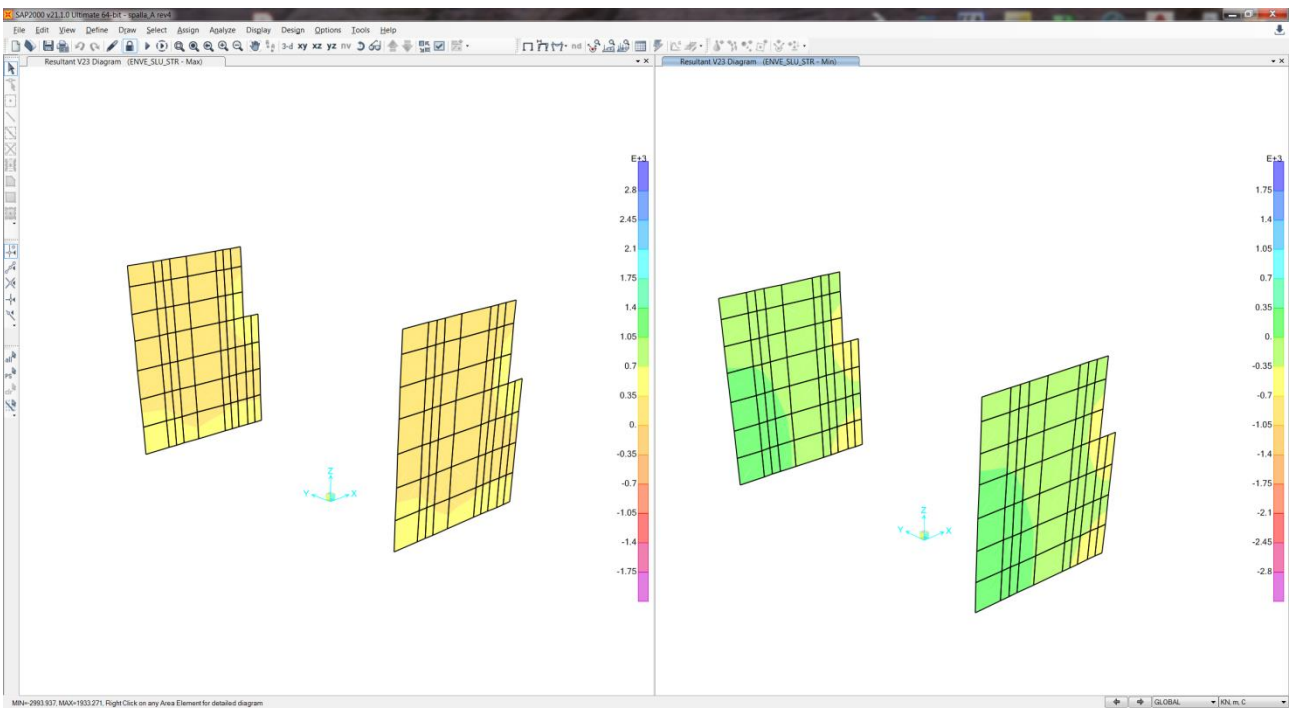


Figura 29: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_STR

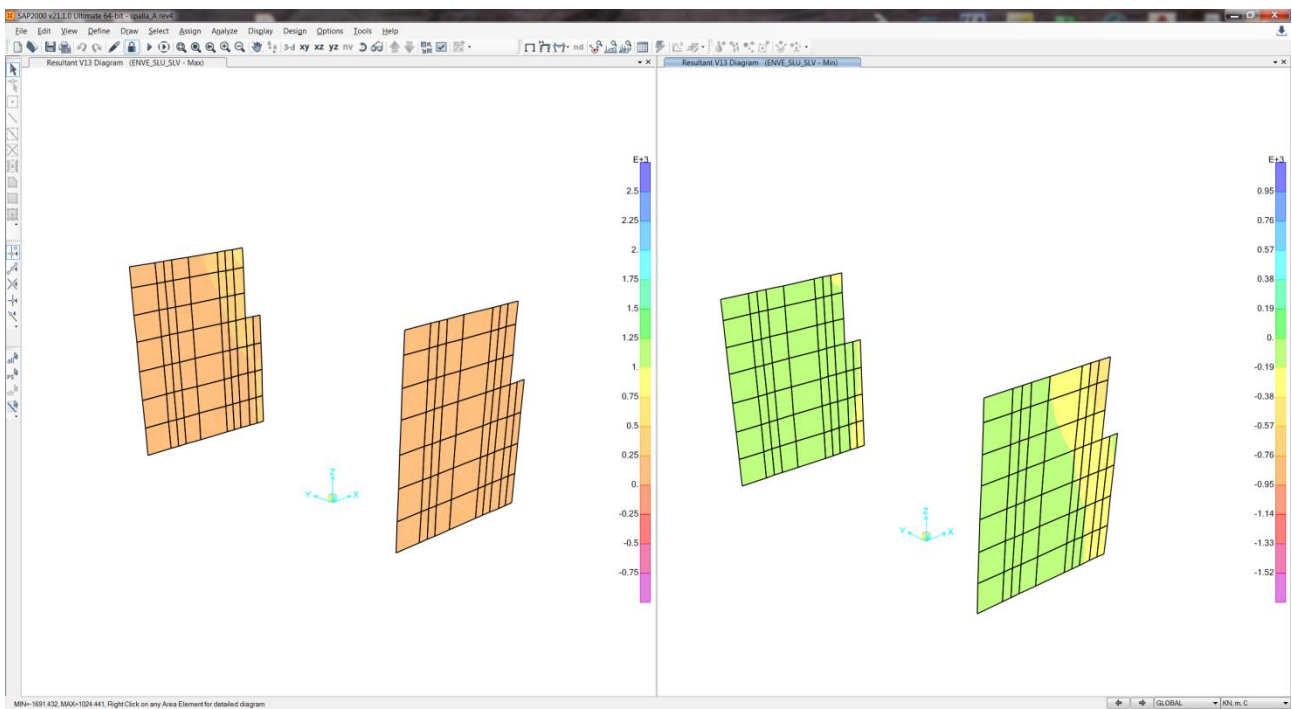


Figura 30: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

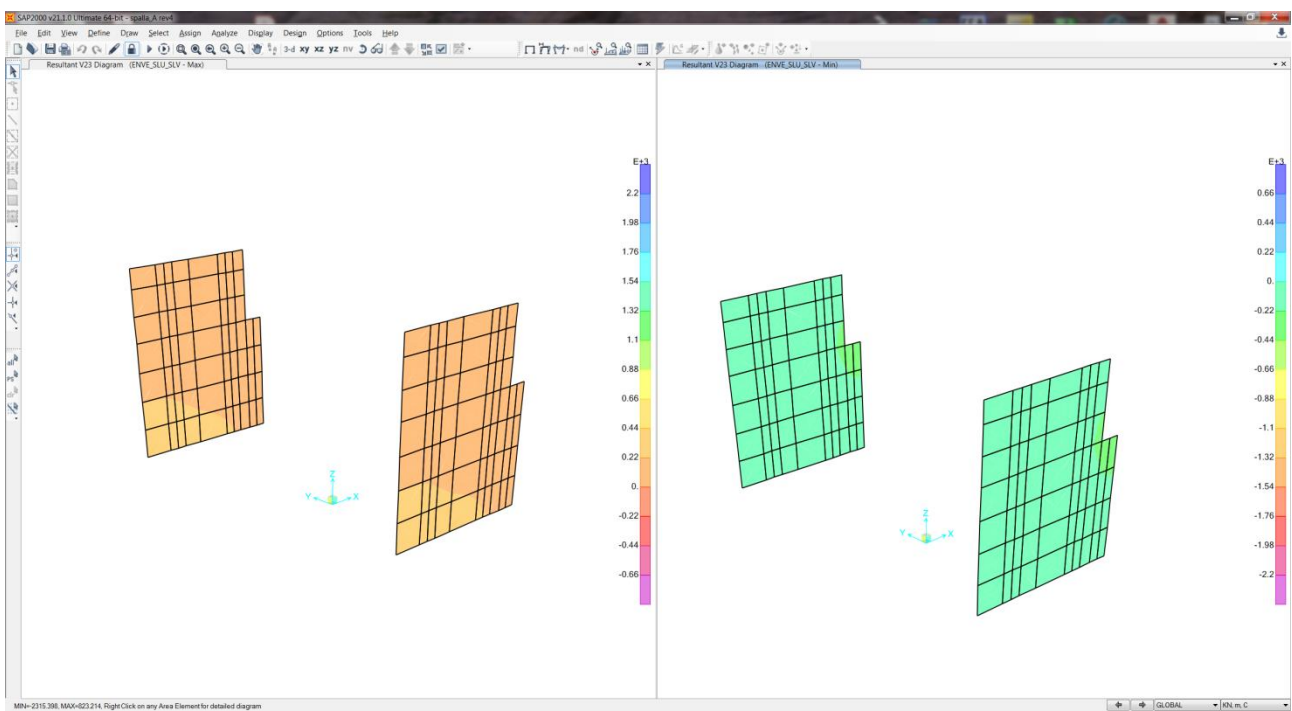


Figura 31: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

SOLETTA FONDAZIONE

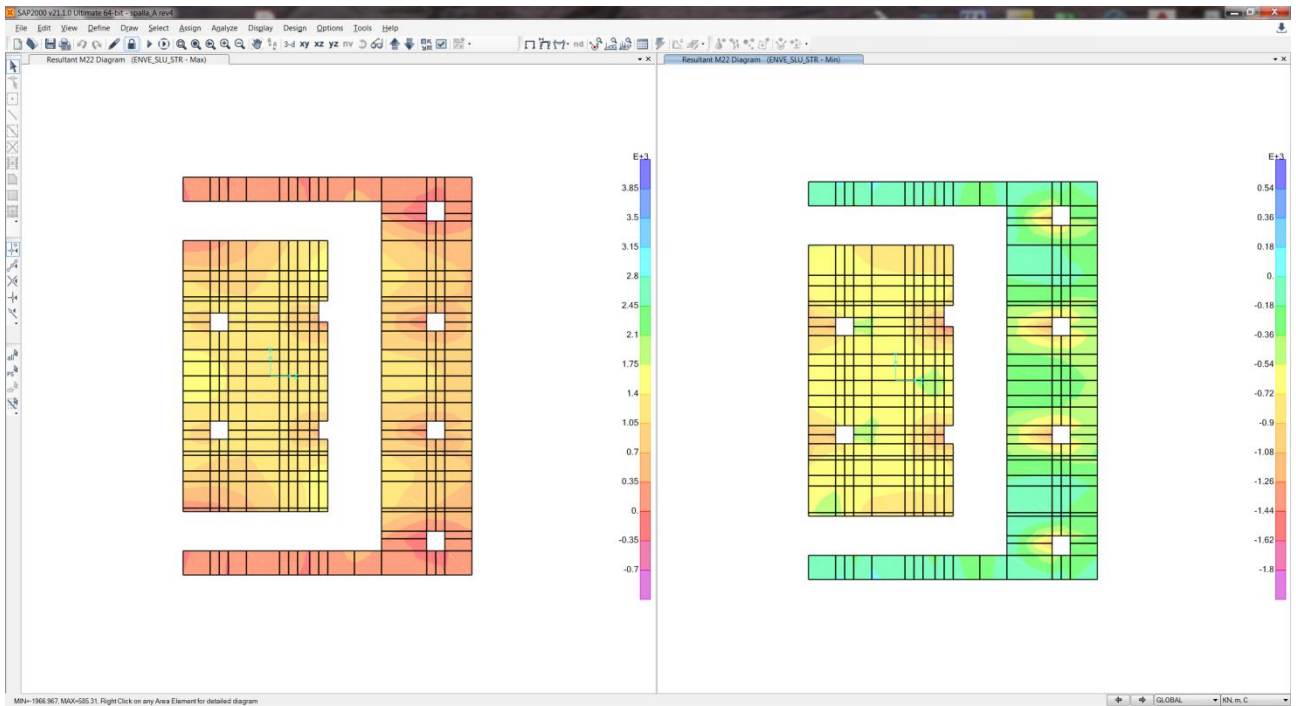


Figura 32: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_STR

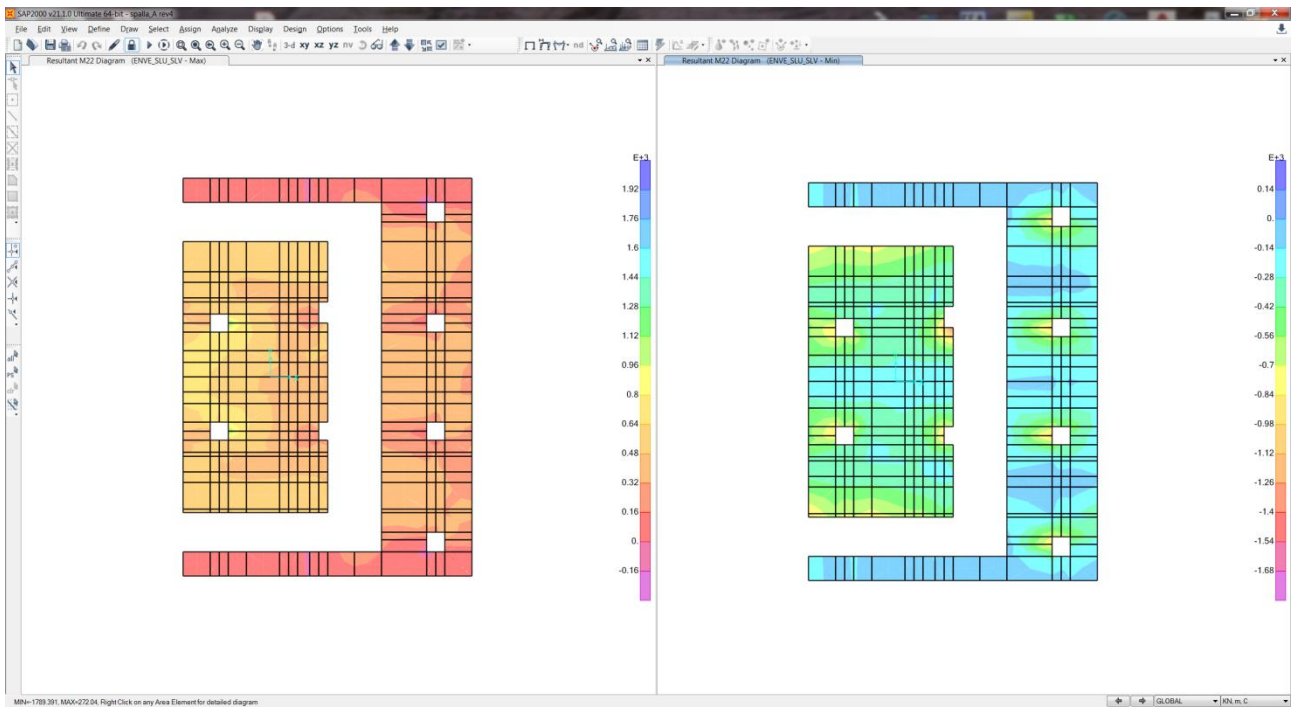


Figura 33: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_SLV

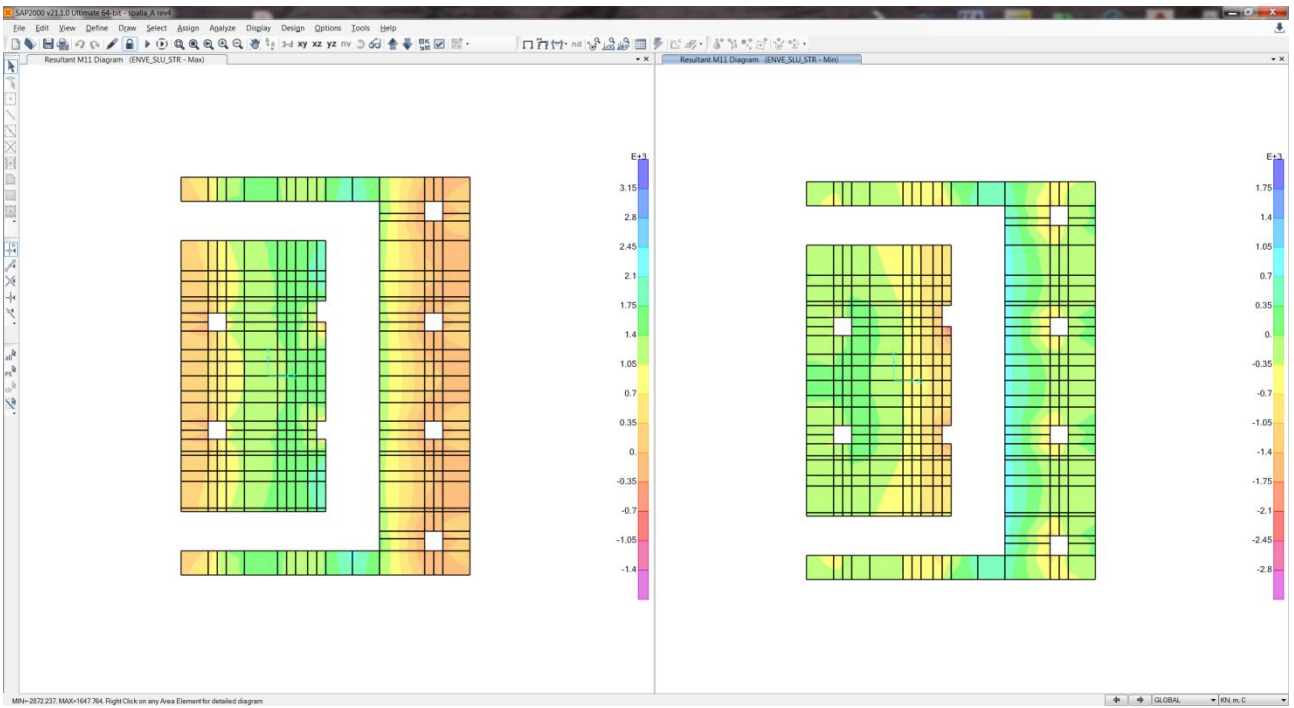


Figura 34: Momento Flettente M11 - Inviluppo SLU_STR

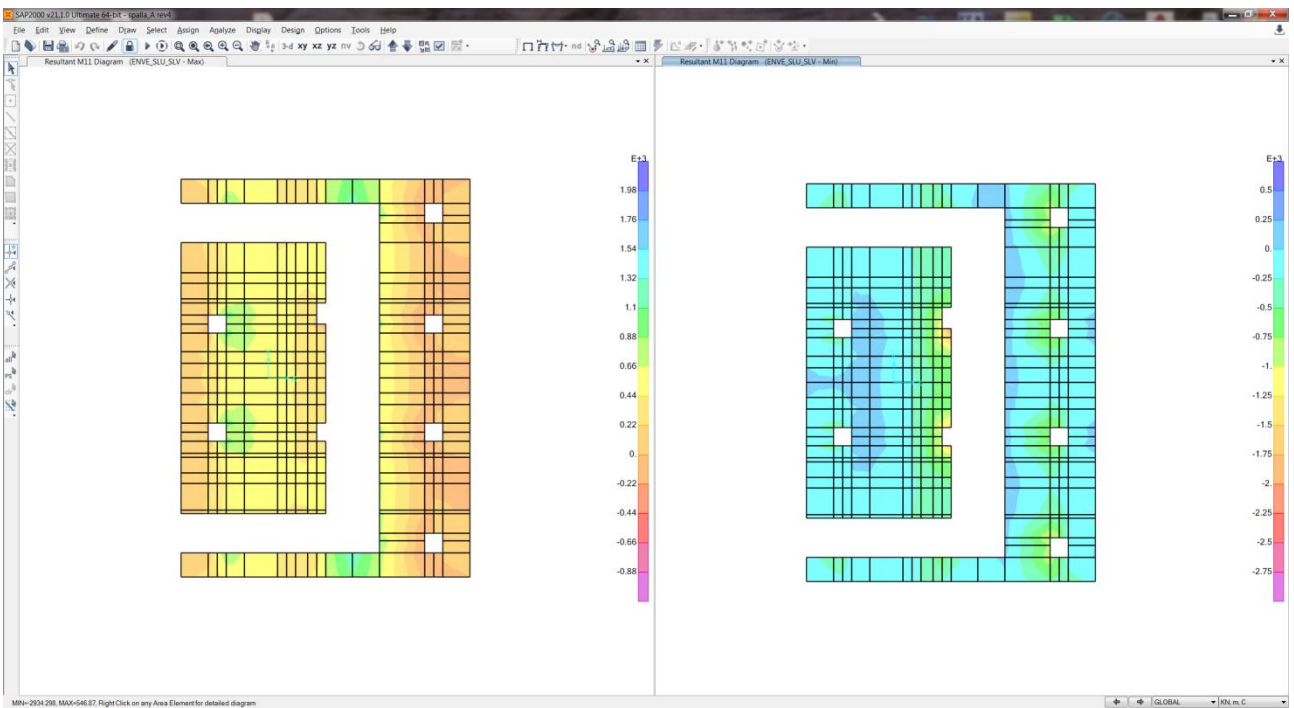


Figura 35: Momento Flettente M11 - Inviluppo SLU_SLV

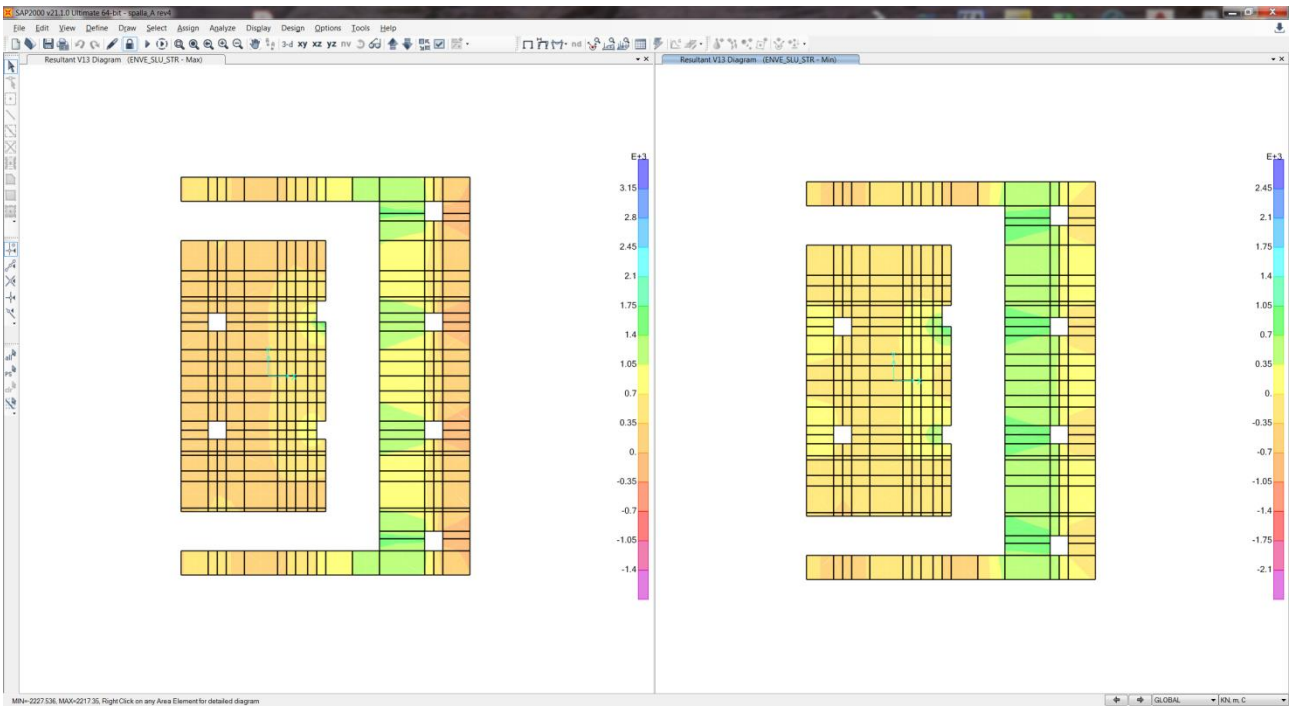


Figura 36: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_STR

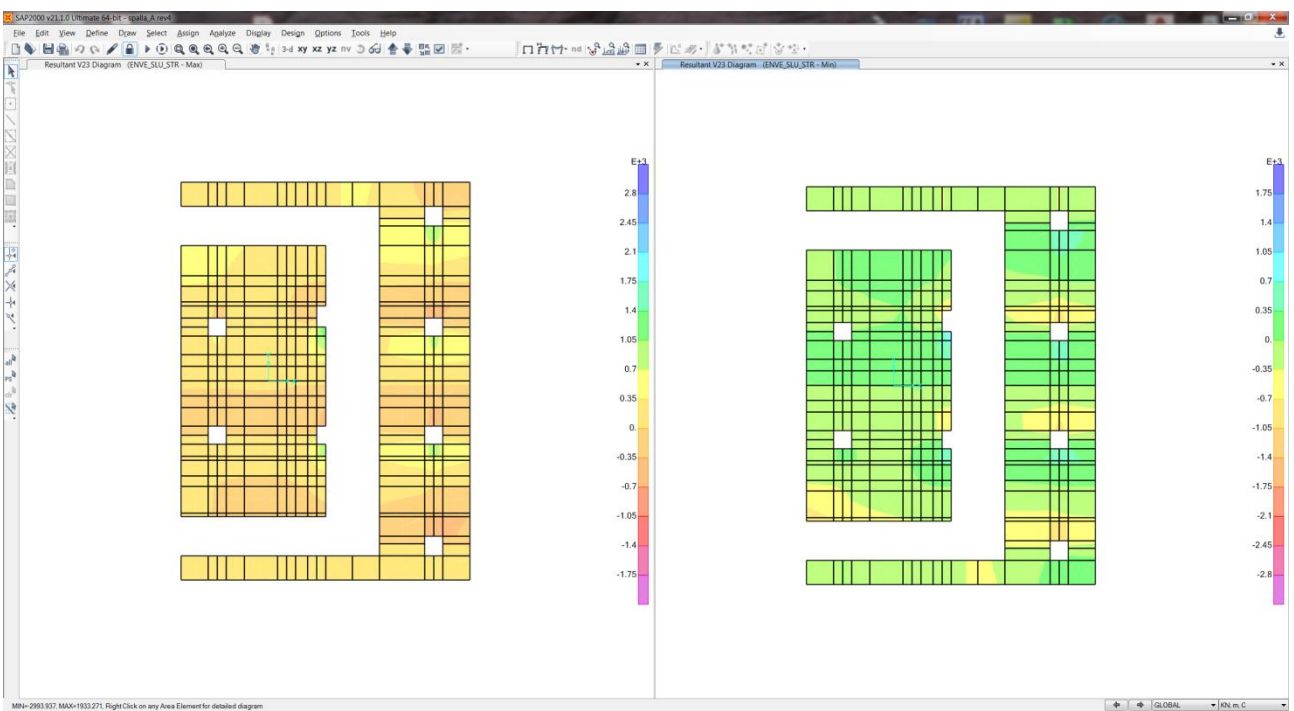


Figura 37: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_STR

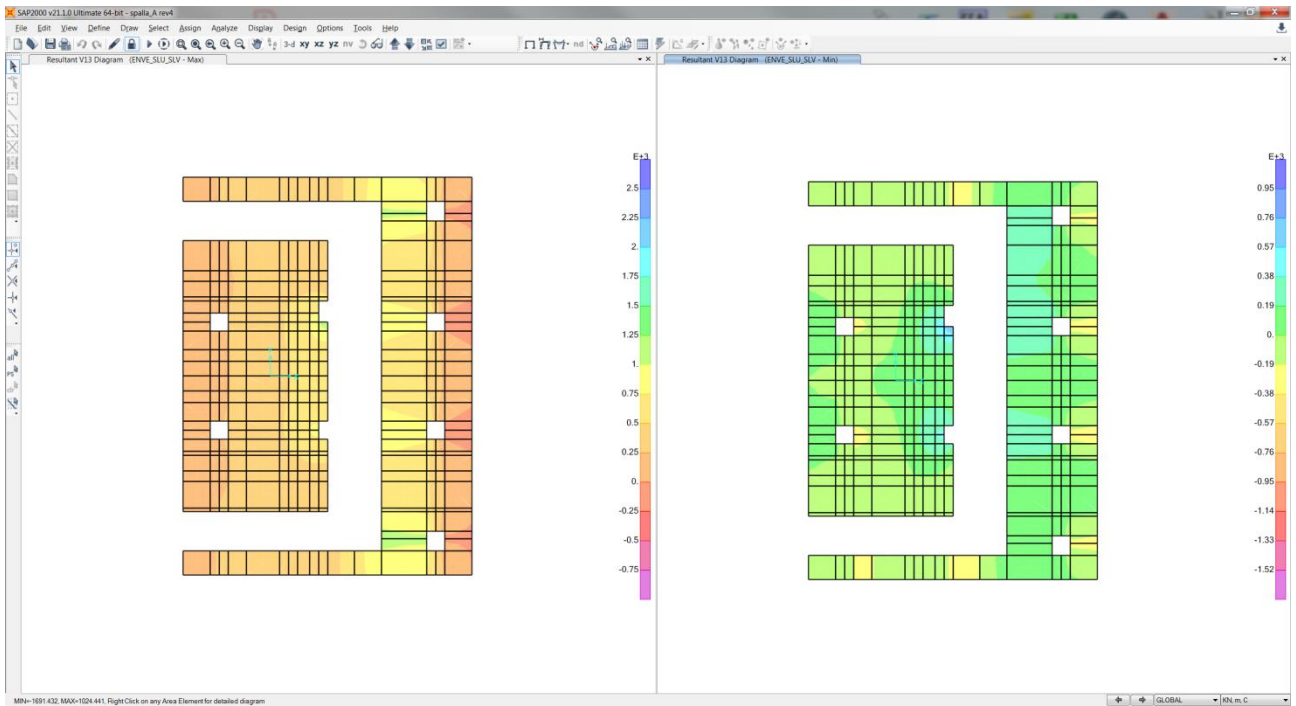


Figura 38: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

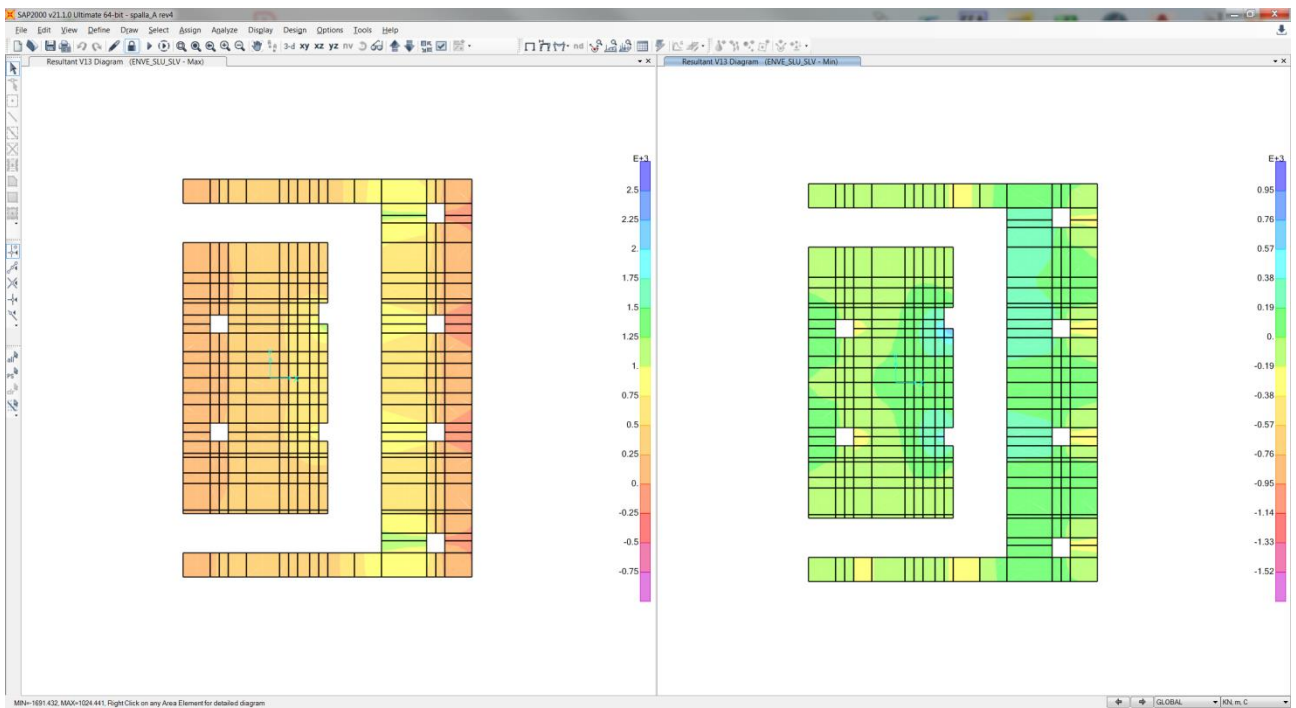


Figura 39: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

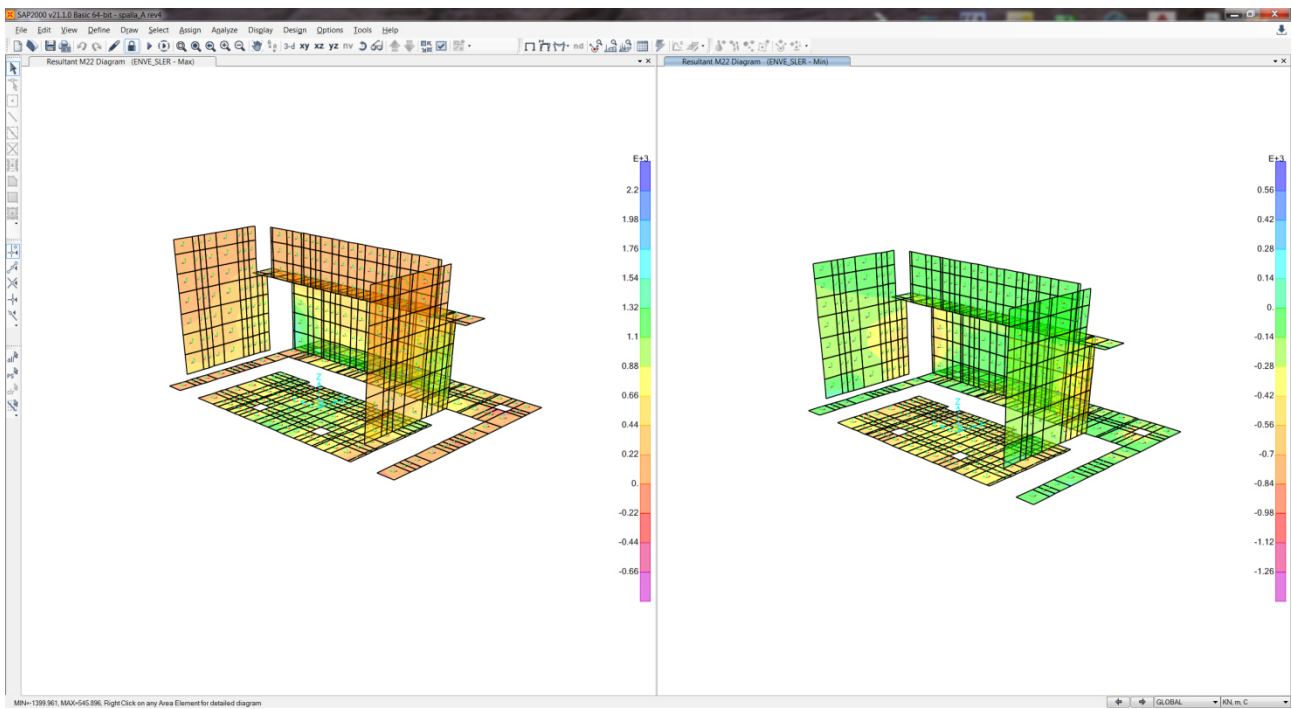


Figura 40: Momento Flettente M22 - Involuppo SLER

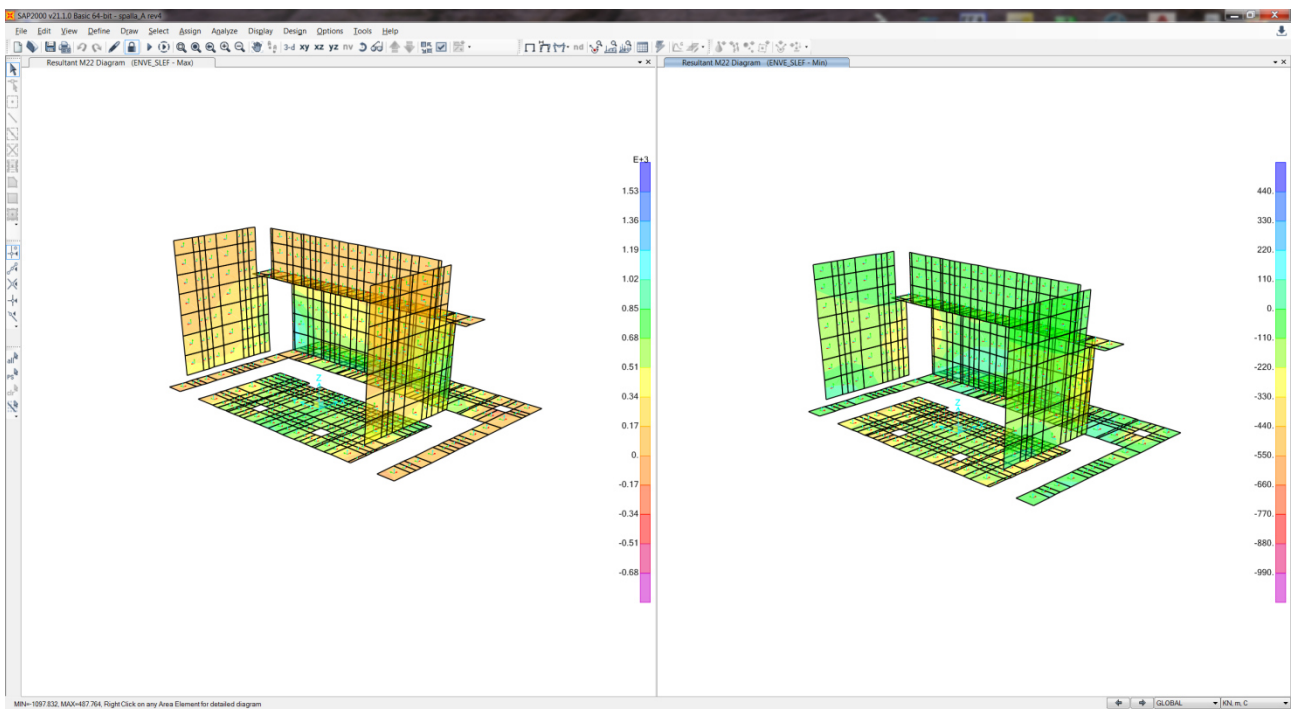


Figura 41: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEF

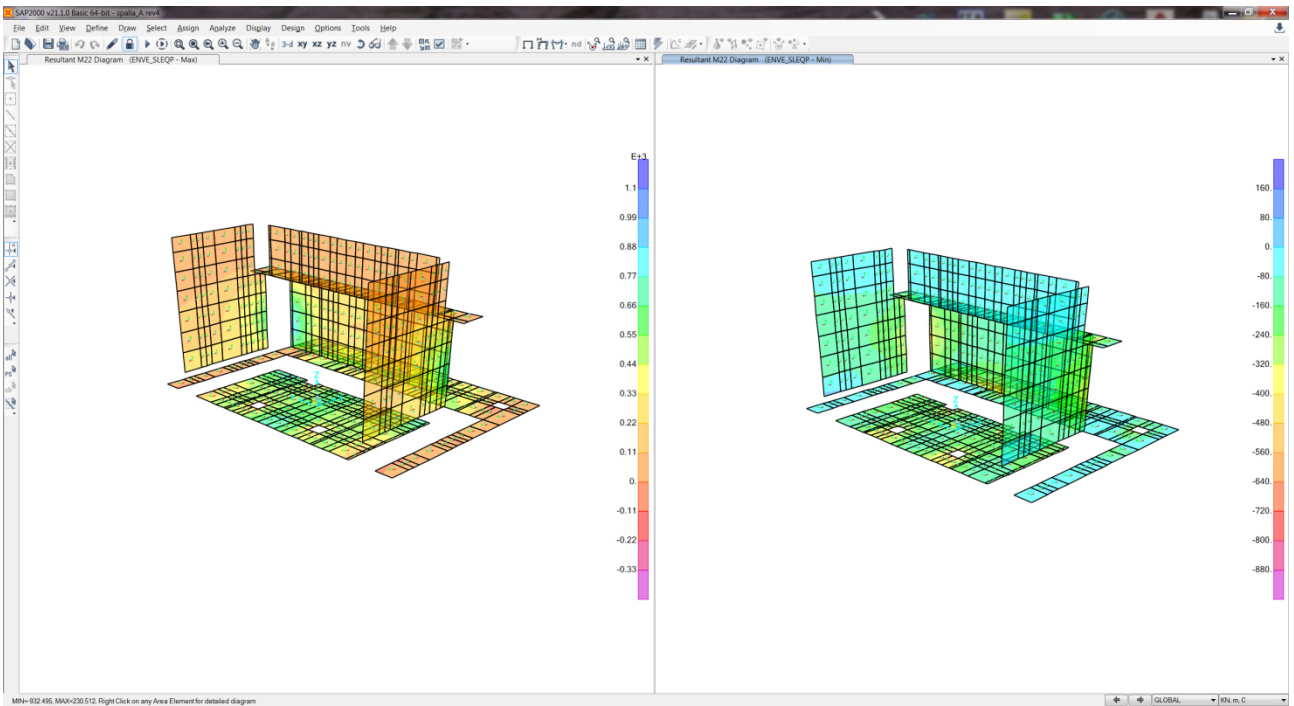


Figura 42: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEQP

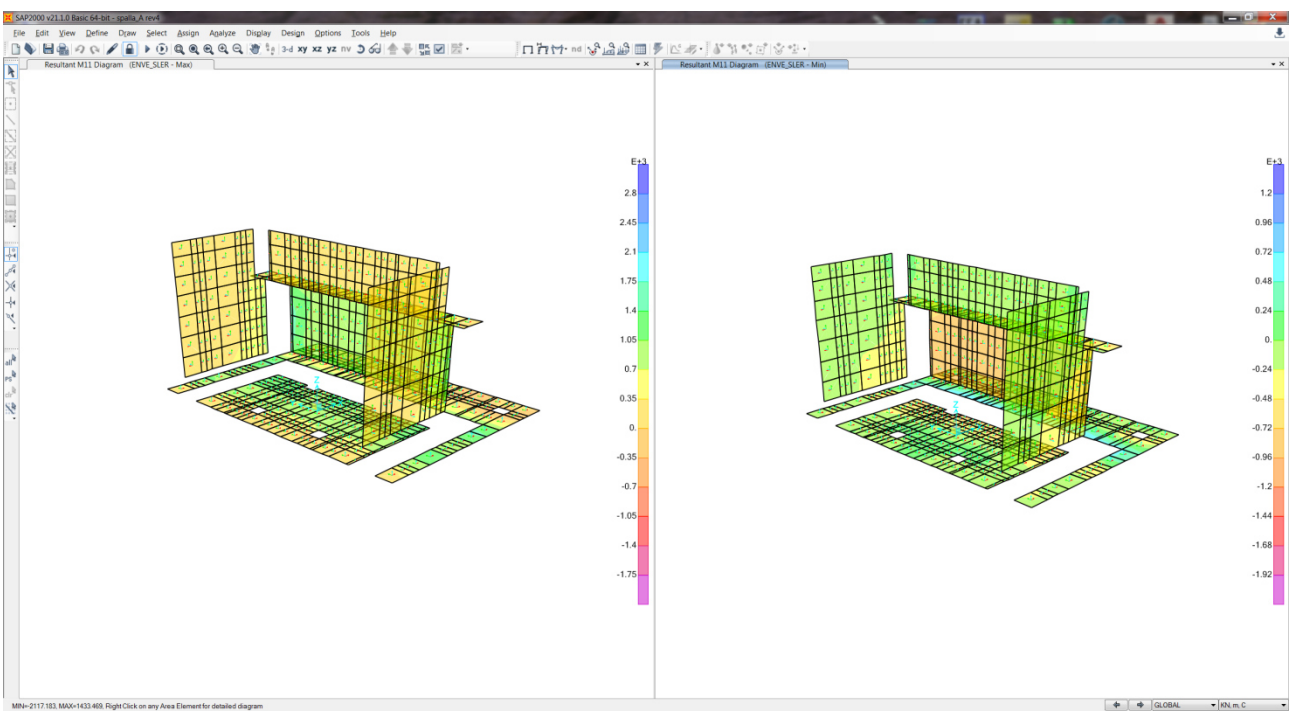


Figura 43: Momento Flettente M11 - Involuppo SLER

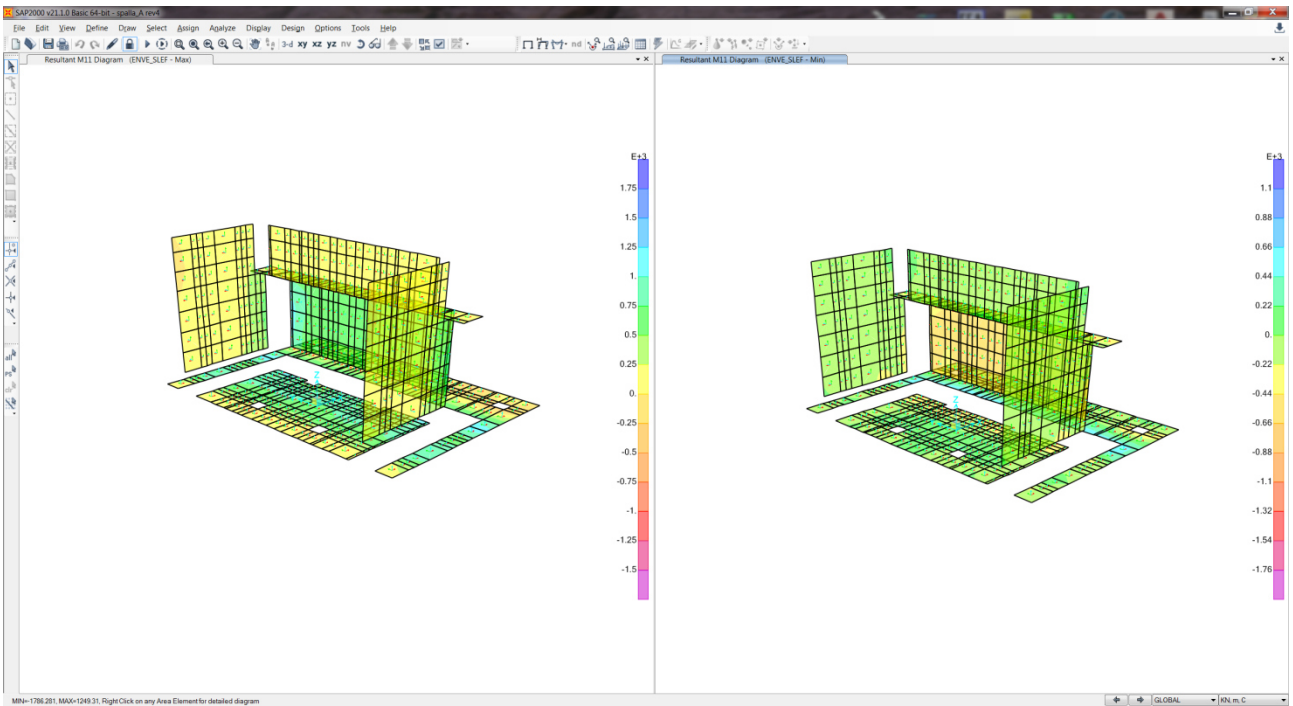


Figura 44: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEF

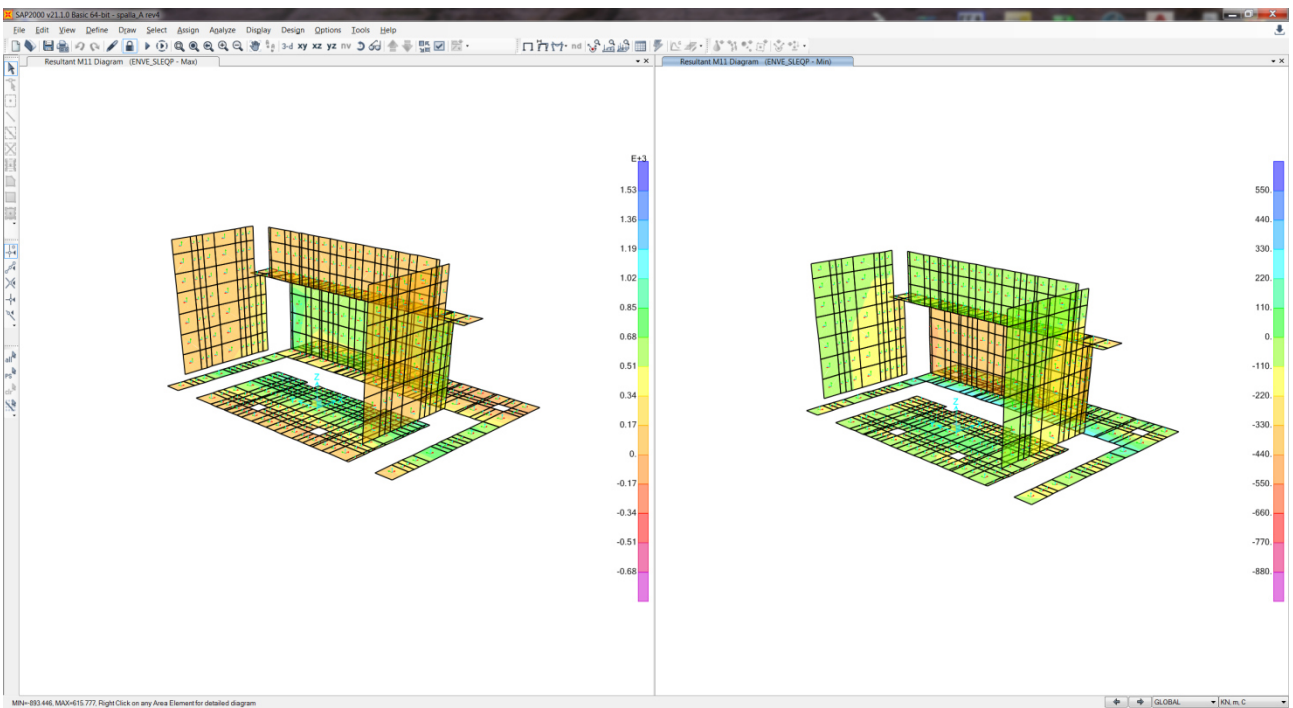


Figura 45: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEQP

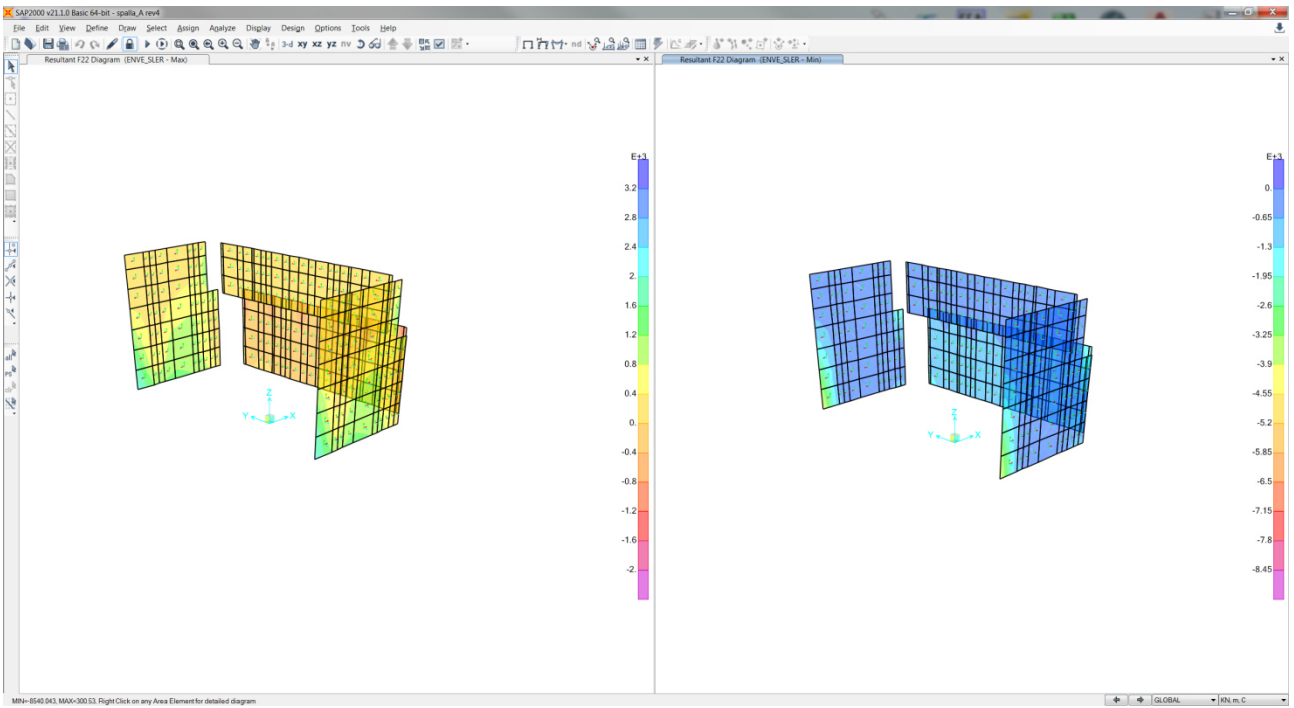


Figura 46: Sforzo assiale F22 - Inviluppo SLER

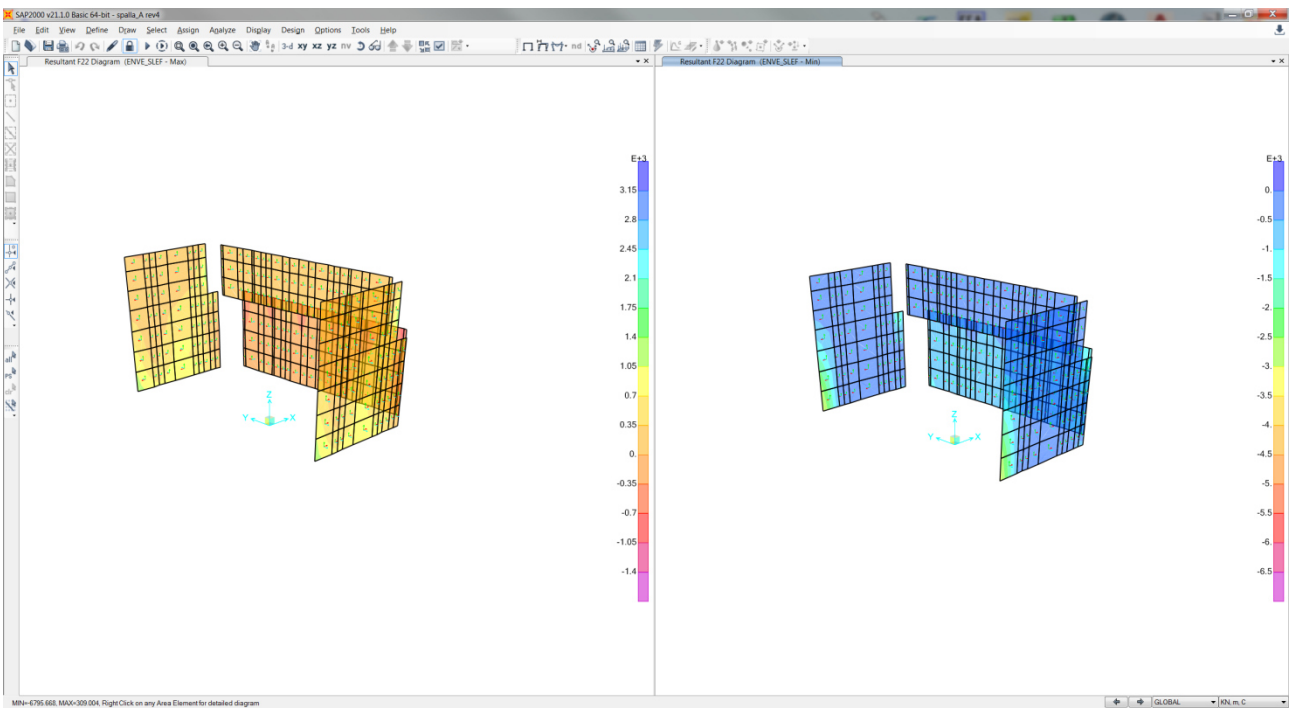


Figura 47: Sforzo assiale F22 - Inviluppo SLEF

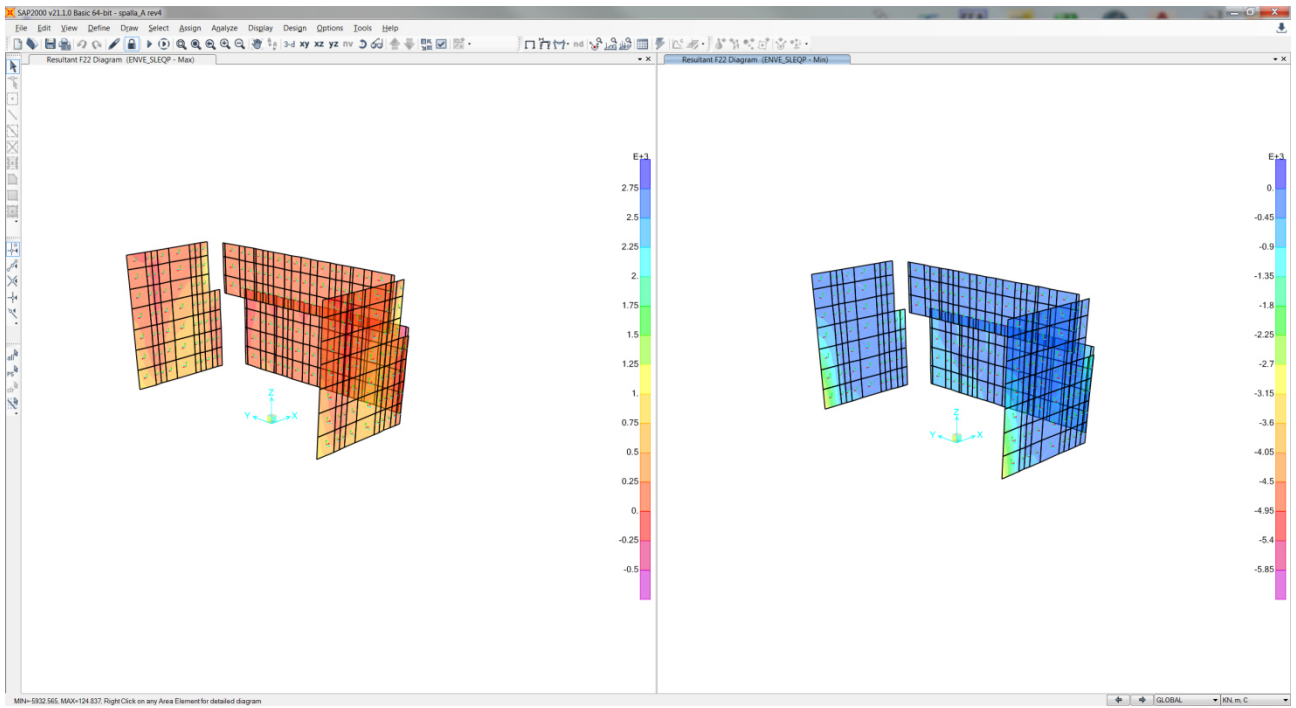


Figura 48: Sforzo assiale F22 - Inviluppo SLEQP

12 VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel seguito si riporta la verifica eseguita con il software RC-SEC della Geostru per le condizioni di carico più gravose.

12.1 PARAMENTO SP 1.80 M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
225	ENVE_SLU_STR	647.8	2296.2
206	ENVE_SLU_STR	3253.9	-2143.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
261	ENVE_SLU_STR	702.8	2301.3
209	ENVE_SLU_STR	1450.0	-1022.2

V13	V23
KN	KN
1700	993

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
190	ENVE_SLU_SLV	-432.9	754.3
206	ENVE_SLU_SLV	781.4	-1347.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
654	ENVE_SLU_SLV	-242.0	1272.2
213	ENVE_SLU_SLV	688.1	-401.4

V13	V23
KN	KN
549	614

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
225	ENVE_SLER	495.5	1631.6
206	ENVE_SLER	2372.5	-1483.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
261	ENVE_SLER	546.9	1642.0
209	ENVE_SLER	1026.0	-668.3

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
225	ENVE_SLEF	496.2	1181.5
206	ENVE_SLEF	1911.0	-965.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
261	ENVE_SLEF	553.7	1211.2
209	ENVE_SLEF	817.0	-371.3

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
247	ENVE_SLEQP	166.2	1017.8
259	ENVE_SLEQP	530.0	-523.3

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
259	ENVE_SLEQP	228.2	915.9
267	ENVE_SLEQP	436.5	-387.3

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$$A_s = 1\Phi 24/10$$

$$A_{s'} = 1\Phi 24/10$$

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$$A_s = 1\Phi 24/10$$

$$A_{s'} = 1\Phi 24/10$$

Staffe : $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

12.1.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	1700 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	1800 mm
Copriferro		c	86 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1714 mm
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	10	\emptyset
			24 mm
		A_{sI}	4521.6 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0026 ? 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ? 2 ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.25
		V_{Rd}	568.79 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	993 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²	
		f_{ck}	33.2 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1800 mm	
Copriferro		c	110 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1690 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n	\varnothing	24 mm	
		A_{s1}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0027 ? 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ? 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.25	
		V_{Rd}	564.48 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

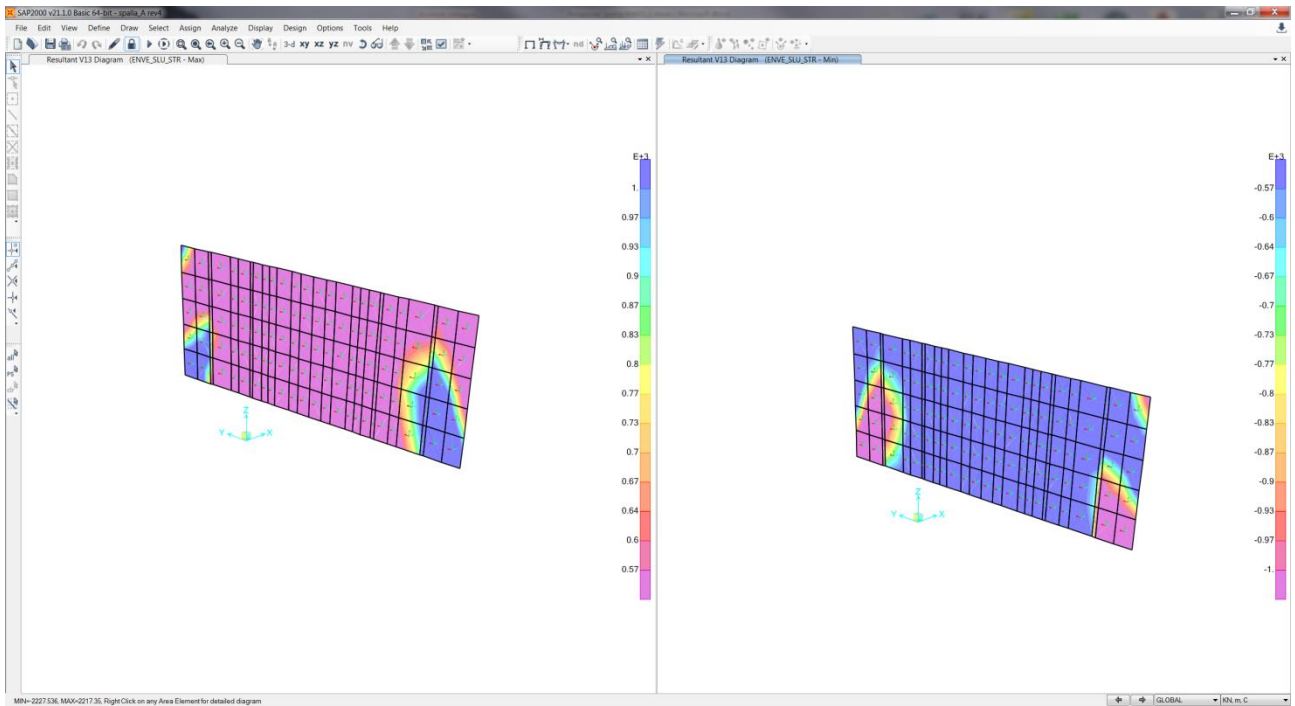


Figura 49: Ricoprimento taglio V13

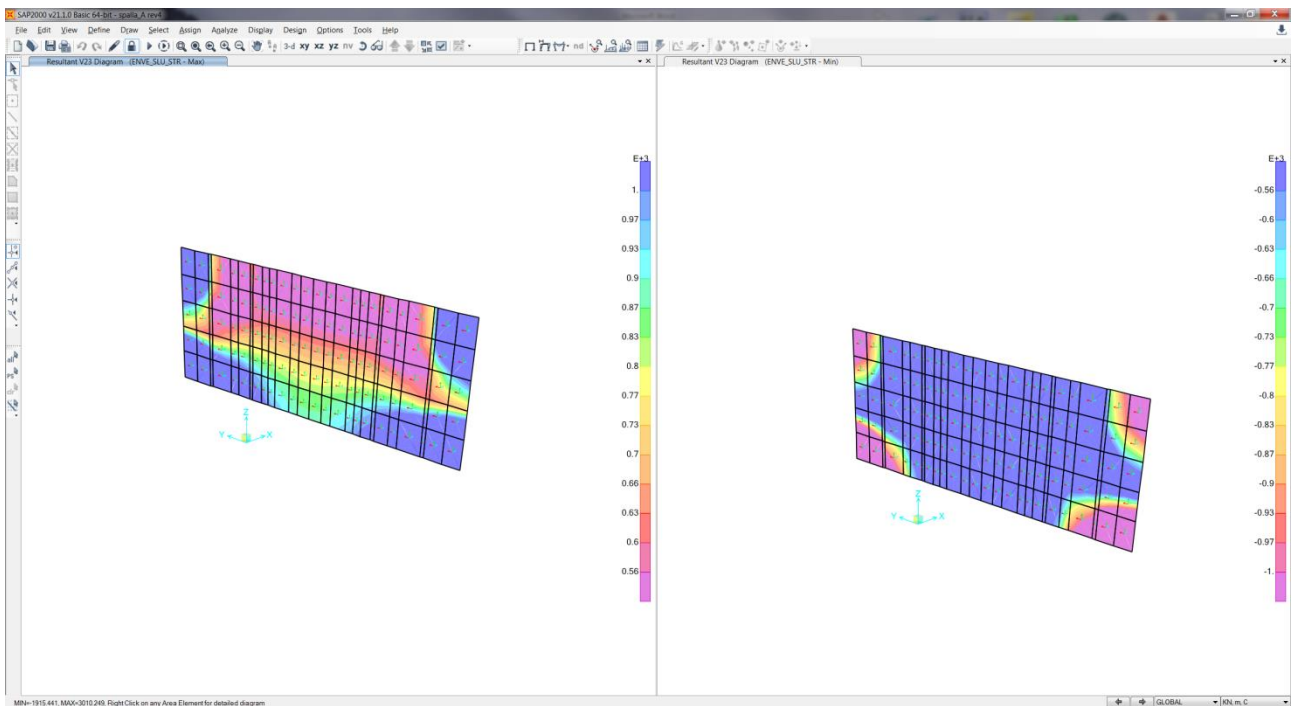


Figura 50: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 1700 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 993 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		?	45 °
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 °
			1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1858.40 kN
		V_{Rcd}	7255.36 kN
		V_{Rd}	1858.40 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

12.1.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	24	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	98	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	110	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M22

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:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	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:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	702.80	2301.30	0.00	0.00
2	1450.00	-1022.20	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	546.90	1642.00

2 1026.00 -668.30

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

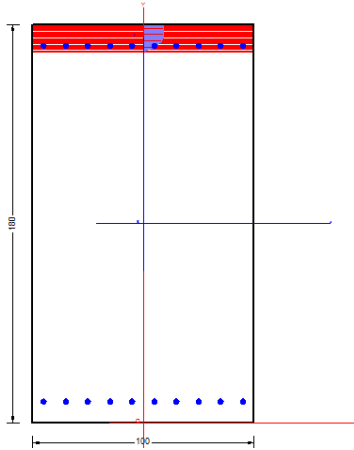
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	553.70	1211.20 (2254.55)
2	817.00	-371.30 (-6866.03)

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	228.20	915.90 (2087.28)
2	436.50	-387.30 (-3038.87)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	702.80	2301.30	702.75	3458.82	1.503	166.8	0.08	0.70	45.2 (29.5)
2	S	1450.00	-1022.20	1450.04	-4045.73	3.958	15.6	0.09	0.70	45.2 (29.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00059	169.0	-0.04123	11.0
2	0.00350	0.0	0.00103	11.0	-0.03444	169.0

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)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.64	180.0	0.00	132.3	-176.8	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	1.80	0.0	0.00	109.2	-14.9	11.0	23.7	2369	45.2	8.7

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
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00096	0.00035	0.50	0.60	0.000531 (0.000531)	581	0.308 (990.00)	2151.69
2	S	-0.00009	0.00014	0.50	0.60	0.000045 (0.000045)	547	0.024 (990.00)	-3856.37

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.44	180.0	0.00	128.0	-116.2	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	1.03	0.0	0.00	147.8	-2.3	11.0	10.9	1090	45.2	8.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00064	0.00026	0.50	0.60	0.000349 (0.000349)	581	0.203 (0.30)	2254.55
2	S	-0.00002	0.00008	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	431	0.003 (0.30)	-6866.03

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.57	180.0	0.00	135.0	-106.1	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	1.07	0.0	0.00	84.3	-16.5	11.0	27.5	2750	45.2	8.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00058	0.00019	0.50	0.400.000318	(0.000318)	581	0.185 (0.20)	2087.28
2	S	-0.00009	0.00008	0.50	0.400.000049	(0.000049)	581	0.029 (0.20)	-3038.87

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M22 SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-242.00	1272.20	0.00	0.00
2	688.10	-401.40	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-242.00	1272.20			2.048	147.7	0.19	0.70	45.2 (29.5)
2	S	688.10	-401.40			8.171	40.7	0.24	0.74	45.2 (29.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00046	180.0	0.00031	169.0	-0.00196	11.0
2	0.00062	0.0	0.00045	11.0	-0.00196	169.0

12.1.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	74	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	86	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M11

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:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	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:		360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	647.80	2296.20	0.00	0.00
2	3253.90	-2143.70	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	495.50	1631.60
2	2372.50	-1483.20

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

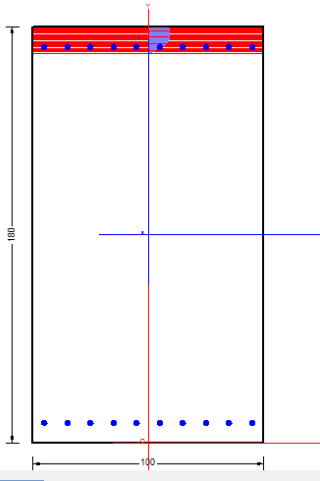
N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	496.20	1181.50 (2246.35)
2	1911.00	-965.70 (-5593.94)

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	166.20	1017.80 (2044.86)
2	530.00	-523.30 (-2908.17)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.6 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,O 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]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	647.80	2296.20	648.02	3474.02	1.513	168.7	0.07	0.70	45.2 (29.9)
2	S	3253.90	-2143.70	3254.06	-5510.42	2.571	22.2	0.13	0.70	45.2 (29.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00084	171.4	-0.04954	8.6
2	0.00350	0.0	0.00214	8.6	-0.02356	171.4

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)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.46	180.0	0.00	133.0	-176.8	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	3.95	0.0	0.00	114.5	-29.6	8.6	21.5	2150	45.2	9.2

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
 K2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00095	0.00033	0.50	0.60	0.000531 (0.000531)	446	0.236 (990.00)	2150.35
2	S	-0.00017	0.00030	0.50	0.60	0.000089 (0.000089)	446	0.040 (990.00)	-4105.38

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.26	180.0	0.00	128.9	-115.1	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	2.60	0.0	0.00	138.2	-9.9	8.6	14.4	1436	45.2	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00024	0.50	0.60	0.000345 (0.000345)	446	0.154 (0.30)	2246.35
2	S	-0.00006	0.00020	0.50	0.60	0.000030 (0.000030)	381	0.011 (0.30)	-5593.94

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.73	180.0	0.00	137.5	-124.2	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	1.43	0.0	0.00	78.9	-25.7	8.6	21.5	2150	45.2	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00066	0.00020	0.50	0.40	0.000373 (0.000373)	446	0.166 (0.20)	2044.86
2	S	-0.00014	0.00011	0.50	0.40	0.000077 (0.000077)	446	0.034 (0.20)	-2908.17

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M11 SISMICO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 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
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-432.90	754.30	0.00	0.00
2	781.40	-1347.20	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-432.90	754.30			3.330	149.8	0.18	0.70	45.2 (29.9)
2	S	781.40	-1347.20			2.523	41.5	0.24	0.74	45.2 (29.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

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

1	0.00042	180.0	0.00030	171.4	-0.00196	8.6
2	0.00062	0.0	0.00050	8.6	-0.00196	171.4

12.2 MURO PARAGHIAIA

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLU_STR	-106.0	251.8
172	ENVE_SLU_STR	50.4	-157.0

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLU_STR	-106.0	377.1
89	ENVE_SLU_STR	526.5	-319.4

V13	V23
KN	KN
318	407

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
161	ENVE_SLU_SLV	-28.8	123.5
172	ENVE_SLU_SLV	21.3	-96.4

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
634	ENVE_SLU_SLV	-42.1	148.2
87	ENVE_SLU_SLV	56.9	-122.9

V13	V23
KN	KN
215	172

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLER	-70.0	186.6
172	ENVE_SLER	33.8	-107.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLER	-70.0	272.5
89	ENVE_SLER	419.8	-216.1

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLEF	-37.8	150.1
172	ENVE_SLEF	22.0	-69.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLEF	-37.8	207.4
89	ENVE_SLEF	392.1	-134.4

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
87	ENVE_SLEQP	-23.8	121.5
159	ENVE_SLEQP	31.7	-53.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
89	ENVE_SLEQP	-23.8	214.2
89	ENVE_SLEQP	390.7	-90.8

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 24/10$ lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 20/10$ lato opposto

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 20/10$

$A_{s'} = 1\Phi 20/10$

Staffe : $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

12.2.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	318 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	600 mm
Copriferro		c	84 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	516 mm
Area Calcestruzzo		A_c	600000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	10	\emptyset
			20 mm
		A_{sI}	3140 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0061 ? 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.62 ? 2 ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.28
		V_{Rd}	273.64 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	407 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²	
		f_{ck}	33.2 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	600 mm	
Copriferro		c	104 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	496 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	600000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n = 10	\emptyset	24 mm	
		A_{sI}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0091 ? 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.64 ? 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.28	
		V_{Rd}	303.27 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

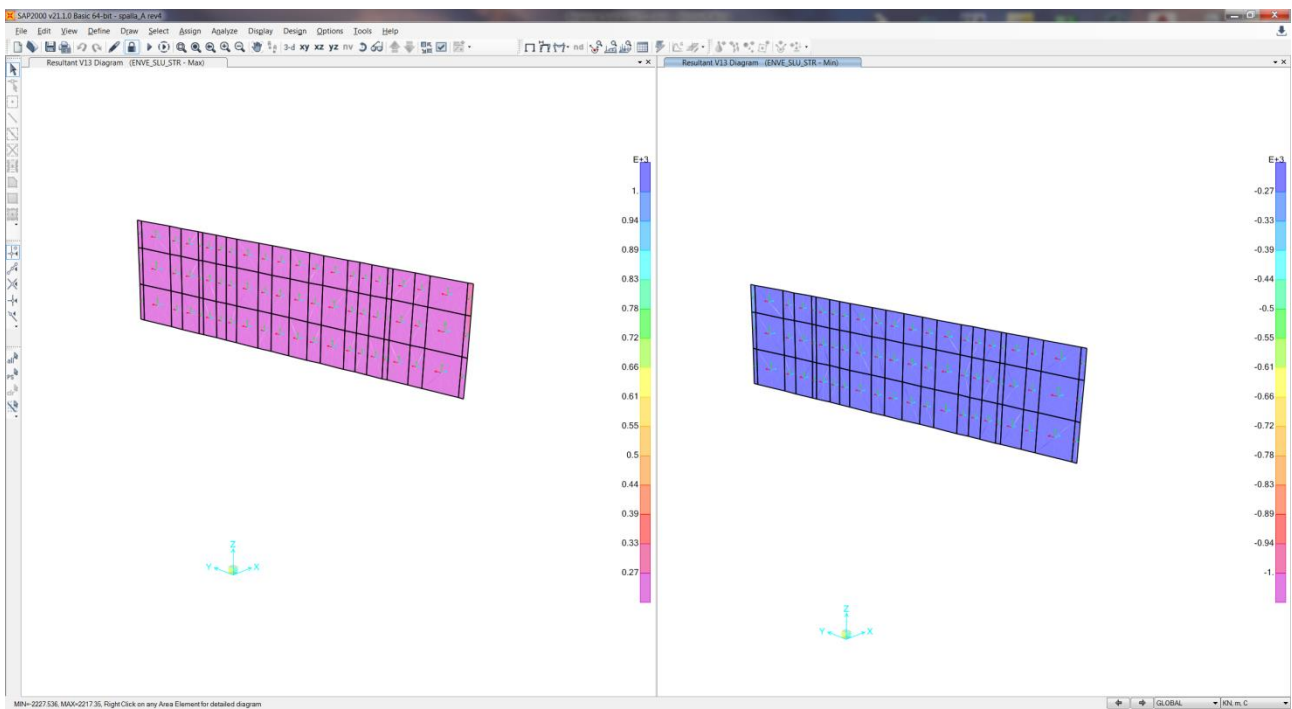


Figura 51: Ricoprimento taglio V13

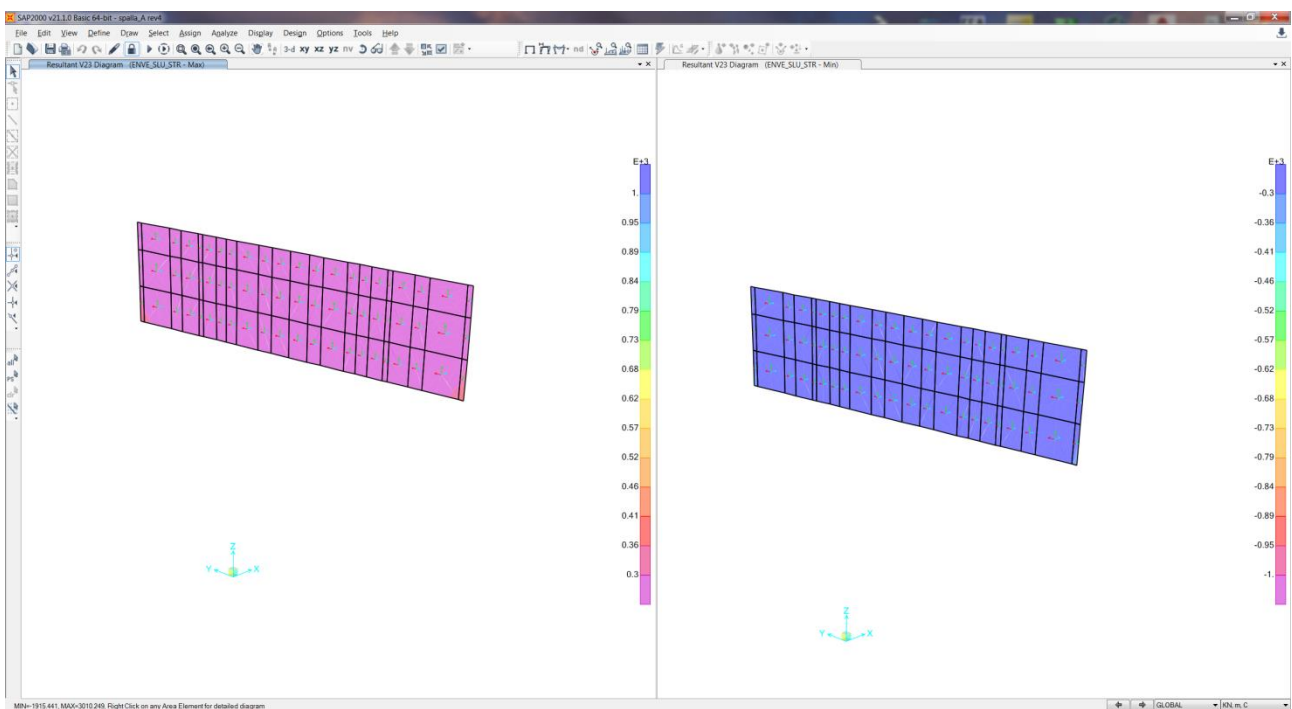


Figura 52: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13 = 318 \text{ kN/m}$ $V23_{\text{max}} = 407 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		?	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		Ø	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	537.79 kN
		V_{Rcd}	2099.57 kN
		V_{Rd}	537.79 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

12.2.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	94	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	104	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M22

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:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	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:		360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-106.00	377.10	0.00	0.00
2	526.50	-319.40	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	-70.00	272.50
2	419.80	-216.10

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

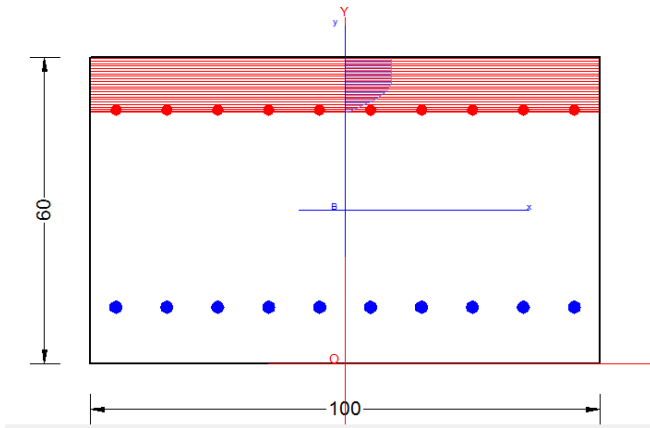
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	-37.80	207.40 (223.91)
2	392.10	-134.40 (-320.46)

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	-23.80	214.20 (225.49)
2	390.70	-90.80 (-408.61)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.4 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.6 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, O 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]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-106.00	377.10	-105.88	756.16	2.014	49.2	0.22	0.72	45.2 (8.6)
2	S	526.50	-319.40	526.78	-679.13	2.139	11.3	0.23	0.73	31.4 (8.7)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O 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, O 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, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00013	49.6	-0.01239	11.0
2	0.00350	0.0	0.00010	11.0	-0.01182	49.6

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)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.68	60.0	0.00	42.3	-150.9	49.6	14.1	1410	45.2	8.7
2	S	5.04	0.0	0.00	22.0	-95.6	11.0	12.7	1271	31.4	8.7

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
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00102	0.00043	0.50	0.60	0.000453 (0.000453)	460	0.208 (990.00)	222.27
2	S	-0.00066	0.00038	0.50	0.60	0.000287 (0.000287)	457	0.131 (990.00)	-278.23

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.35	60.0	0.00	42.1	-113.2	49.6	14.0	1403	45.2	8.7
2	S	3.09	0.0	0.00	26.2	-41.7	11.0	11.3	1131	31.4	8.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00077	0.00033	0.50	0.60	0.000339 (0.000339)	460	0.156 (0.30)	223.91
2	S	-0.00030	0.00023	0.50	0.60	0.000125 (0.000125)	442	0.055 (0.30)	-320.46

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.50	60.0	0.00	41.9	-115.2	49.6	14.0	1397	45.2	8.7
2	S	2.03	0.0	0.00	33.8	-14.3	11.0	8.8	876	31.4	8.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00034	0.50	0.40	0.000353 (0.000345)	459	0.162 (0.20)	225.49
2	S	-0.00012	0.00015	0.50	0.40	0.000043 (0.000043)	414	0.018 (0.20)	-408.61

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M22 SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-42.10	148.20	0.00	0.00
2	56.90	-122.90	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	-42.10	148.20			5.241	41.9	0.35	0.88
2	S	56.90	-122.90			4.478	14.9	0.30	0.82

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00107	60.0	0.00045	49.6	-0.00196	9.0
2	0.00084	0.0	0.00034	9.0	-0.00196	49.6

12.2.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali: 20 [mm]
 Diametro staffe: 14 [mm]
 Classe Calcestruzzo: C32/40
 Condizioni ambientali: Aggressive
 Vita nominale costruzione: 75 [anni] Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
 Tolleranza di posa: 10 [mm]

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 84 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M11

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: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resistenza compress. di progetto fcd: 18.13 MPa
 Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020
 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33345.8 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.023 MPa
 Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00

Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 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:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-106.00	251.80	0.00	0.00
2	50.40	-157.00	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	-70.00	186.60
2	33.80	-107.80

COMB. FREQUENTI (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

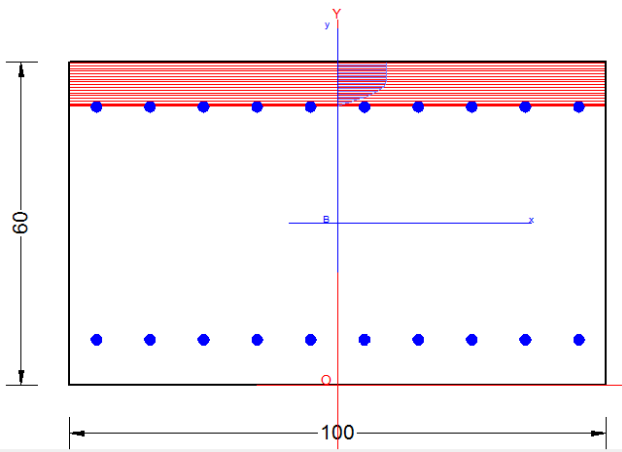
N°Comb.	N	Mx
1	-37.80	150.10 (219.74)
2	22.00	-69.50 (-233.64)

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	-23.80	121.50 (221.03)
2	31.70	-53.70 (-240.99)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interfero netto minimo barre longitudinali:	8.0	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, O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-106.00	251.80	-106.01	568.04	2.256	51.9	0.16	0.70	62.8 (9.0)
2	S	50.40	-157.00	50.68	-602.70	3.839	8.5	0.17	0.70	31.4 (9.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O 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, O 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, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00011	51.6	-0.01869	8.4
2	0.00350	0.0	0.00005	8.4	-0.01771	51.6

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)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [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 $5(c+\varnothing/2)$ 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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

1	S	3.89	60.0	0.00	44.9	-141.3	51.6	15.0	1498	31.4	9.2
2	S	2.33	0.0	0.00	17.2	-70.1	8.4	14.3	1430	31.4	9.2

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										
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00087	0.00029	0.50	0.60	0.000424 (0.000424)	414	0.175 (990.00)	216.94
2	S	-0.00044	0.00017	0.50	0.60	0.000210 (0.000210)	406	0.085 (990.00)	-233.56

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.15	60.0	0.00	44.6	-110.8	51.6	14.9	1486	31.4	9.2
2	S	1.50	0.0	0.00	17.2	-45.2	8.4	14.3	1429	31.4	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00068	0.00024	0.50	0.60	0.000332 (0.000332)	412	0.137 (0.30)	219.74
2	S	-0.00028	0.00011	0.50	0.60	0.000136 (0.000136)	406	0.055 (0.30)	-233.64

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.56	60.0	0.00	44.4	-88.6	51.6	14.8	1481	31.4	9.2
2	S	1.17	0.0	0.00	18.1	-32.7	8.4	14.0	1400	31.4	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00055	0.00019	0.50	0.40	0.000266 (0.000266)	412	0.109 (0.20)	221.03
2	S	-0.00020	0.00009	0.50	0.40	0.000098 (0.000098)	403	0.040 (0.20)	-240.99

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **paraghiaia M11 SISMICO**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-28.80	123.50	0.00	0.00
2	21.30	-96.40	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-28.80	123.50			4.497	44.8	0.29	0.81	31.4 (9.0)
2	S	21.30	-96.40			5.875	15.5	0.30	0.81	31.4 (9.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00082	60.0	0.00037	51.6	-0.00196	8.4
2	0.00084	0.0	0.00038	8.4	-0.00196	51.6

12.3 MURI D'ALA LATERALI SP. 1.30M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
725	ENVE_SLU_STR	-749.5	1734.2
795	ENVE_SLU_STR	571.5	-828.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
792	ENVE_SLU_STR	399.8	1284.6
795	ENVE_SLU_STR	571.5	-871.3

V13	V23
KN	KN
1139	685

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
725	ENVE_SLU_SLV	-382.0	1094.7
725	ENVE_SLU_SLV	433.5	-334.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
842	ENVE_SLU_SLV	-1143.2	527.0
794	ENVE_SLU_SLV	358.7	-329.1

V13	V23
KN	KN
569	425

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
725	ENVE_SLER	-492.6	1206.8
795	ENVE_SLER	408.4	-538.6

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
792	ENVE_SLER	305.0	921.0
795	ENVE_SLER	408.4	-581.1

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
725	ENVE_SLEF	-246.1	823.5
793	ENVE_SLEF	1631.0	-313.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
727	ENVE_SLEF	120.9	686.9
728	ENVE_SLEF	378.7	-356.6

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
795	ENVE_SLEQP	60.0	535.0
725	ENVE_SLEQP	1568.9	-551.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
727	ENVE_SLEQP	68.8	623.8
795	ENVE_SLEQP	252.3	-299.1

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10$

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10$

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$

Staffe : $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

12.3.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	1139 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	1300 mm
Copriferro		c	87 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1213 mm
Area Calcestruzzo		A_c	1300000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n 10	\emptyset	26 mm
		A_{sI}	5306.6 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0044 ? 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.41 ? 2 ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.25
		V_{Rd}	499.35 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	685 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²	
		f_{ck}	33.2 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1300 mm	
Copriferro		c	113 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1187 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1300000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa		n	10	
		\emptyset	26 mm	
		A_{sI}	5306.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0045 ? 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.41 ? 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.25	
		V_{Rd}	493.74 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

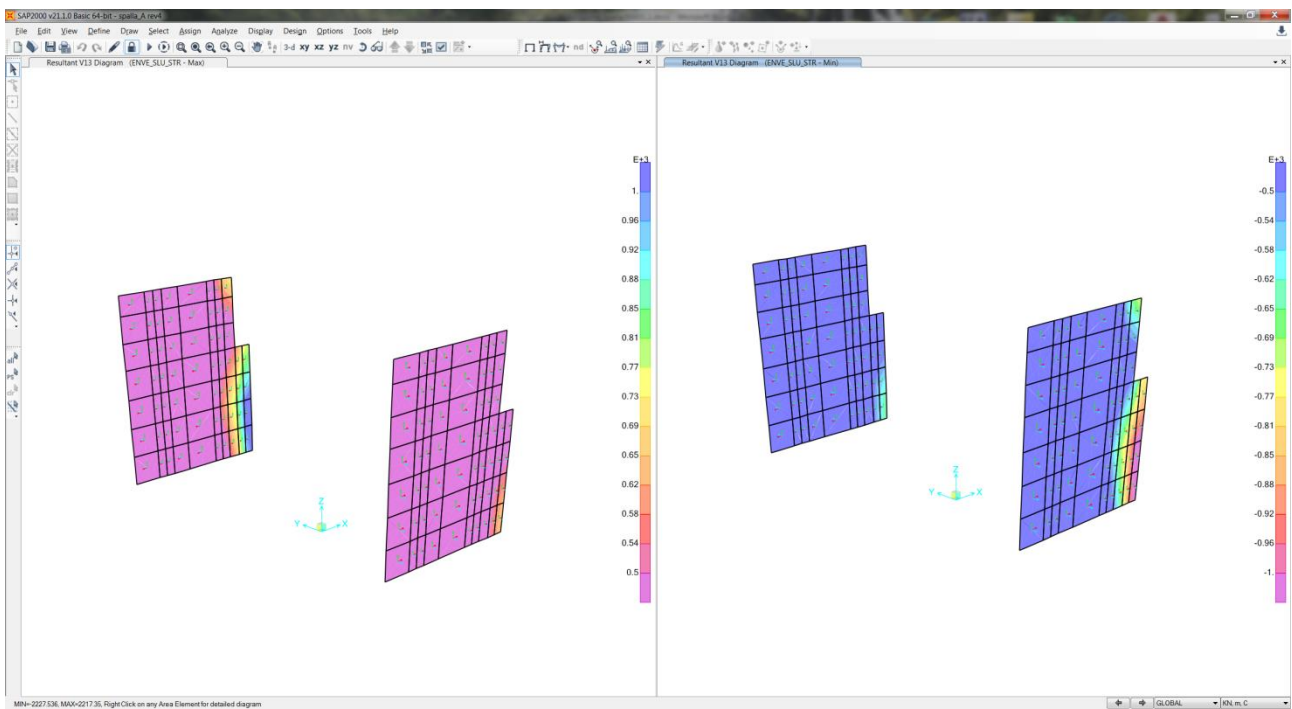


Figura 53: Ricoprimento taglio V13

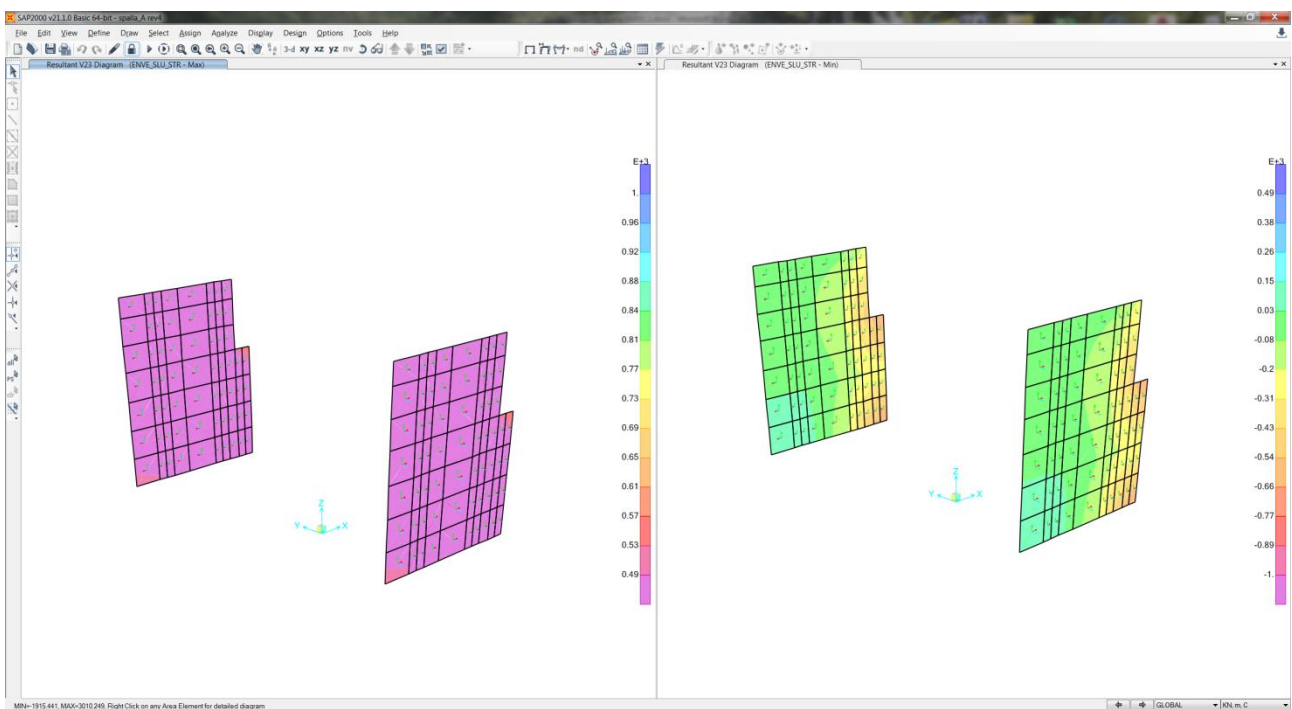


Figura 54: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 1139 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 685 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		?	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		Ø	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1315.19 kN
		V_{Rcd}	5134.63 kN
		V_{Rd}	1315.19 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

12.3.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	26	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	100	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	113	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M22

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:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		200000.0 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:		360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	399.80	1284.60	0.00	0.00
2	571.50	-871.30	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	305.00	921.00
2	408.40	-581.10

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

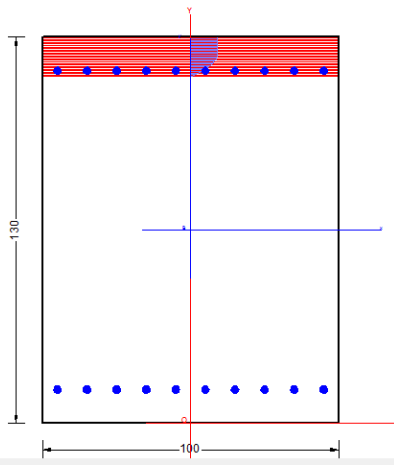
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	120.90	686.90 (1112.36)
2	378.70	-356.60 (-1432.35)

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	68.80	623.80 (1094.23)
2	252.30	-299.10 (-1337.49)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 10 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.4 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, O 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]

N° Comb.	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	399.80	1284.60	399.82	2558.51	1.992	116.8	0.11	0.70	53.1 (20.7)
2	S	571.50	-871.30	571.53	-2650.79	3.042	13.7	0.12	0.70	53.1 (20.7)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O 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, O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00051	118.7	-0.02794	11.3
2	0.00350	0.0	0.00061	11.3	-0.02690	118.7

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)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.17	130.0	0.00	92.3	-134.5	118.7	28.3	2825	53.1	8.6
2	S	2.71	0.0	0.00	51.0	-66.7	11.3	28.3	2825	53.1	8.6

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
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00077	0.00031	0.50	0.60	0.000404 (0.000404)	575	0.232 (990.00)	1157.65
2	S	-0.00038	0.00020	0.50	0.60	0.000200 (0.000200)	575	0.115 (990.00)	-1282.76

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.06	130.0	0.00	94.9	-109.4	118.7	28.3	2825	53.1	8.6
2	S	1.68	0.0	0.00	52.9	-31.7	11.3	25.8	2581	53.1	8.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00023	0.50	0.60	0.000328 (0.000328)	575	0.189 (0.30)	1112.36
2	S	-0.00019	0.00013	0.50	0.60	0.000095 (0.000095)	555	0.053 (0.30)	-1432.35

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.76	130.0	0.00	96.0	-102.9	118.7	28.3	2825	53.1	8.6
2	S	1.39	0.0	0.00	53.9	-31.1	11.3	27.3	2735	53.1	8.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00058	0.00021	0.50	0.40	0.000309 (0.000309)	575	0.178 (0.20)	1094.23
2	S	-0.00018	0.00011	0.50	0.40	0.000093 (0.000093)	568	0.053 (0.20)	-1337.49

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M22 SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-1143.20	527.00	0.00	0.00
2	358.70	-329.10	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	10	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-1143.20	527.00			3.128	109.2	0.18	0.70	53.1 (20.7)
2	S	358.70	-329.10			7.368	32.6	0.27	0.78	53.1 (20.7)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00042	130.0	0.00019	118.7	-0.00196	11.3
2	0.00074	0.0	0.00048	11.3	-0.00196	118.7

12.3.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	74	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	87	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M11

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:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa

Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	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:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-749.50	1734.20	0.00	0.00
2	571.50	-828.80	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	-492.60	1206.80
2	408.40	-538.60

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

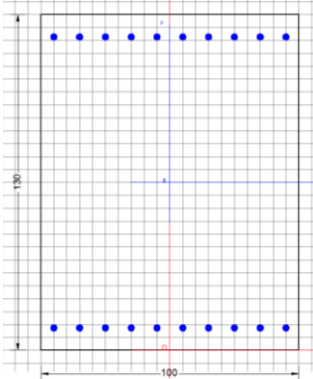
N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-246.10	823.50 (1011.82)
2	1631.00	-313.20 (0.00)

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	60.00	535.00 (1117.13)
2	1568.90	-551.90 (-3620.97)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-749.50	1734.20	-749.80	1982.21	1.143	121.2	0.07	0.70	53.1 (21.2)
2	S	571.50	-828.80	571.80	-2727.10	3.290	11.6	0.10	0.70	53.1 (21.2)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00004	121.3	-0.04480	8.7
2	0.00350	0.0	0.00089	8.7	-0.03295	121.3

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)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Dw Eff. Spessore di conglomerato [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 $5(c+\varnothing/2)$ 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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.51	130.0	0.00	104.0	-248.2	121.3	21.8	2175	53.1	9.2
2	S	2.41	0.0	0.00	52.7	-57.6	8.7	21.8	2175	53.1	9.2

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
 K2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00135	0.00034	0.50	0.60	0.000815 (0.000745)	433	0.353 (990.00)	987.07
2	S	-0.00032	0.00018	0.50	0.60	0.000173 (0.000173)	433	0.075 (990.00)	-1335.67

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.17	130.0	0.00	102.4	-161.3	121.3	21.8	2175	53.1	9.2
2	S	1.99	0.0	0.25	130.0	5.4	8.7	0.0	0	0.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00088	0.00024	0.50	0.60	0.000484 (0.000484)	433	0.209 (0.30)	1011.82
2	S	0.00015	0.00002	----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.23	130.0	0.00	95.8	-85.6	121.3	21.8	2175	53.1	9.2
2	S	2.68	0.0	0.00	105.2	-6.3	8.7	8.4	839	53.1	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00047	0.00017	0.50	0.40	0.000257 (0.000257)	433	0.111 (0.20)	1117.13
2	S	-0.00005	0.00020	0.50	0.40	0.000019 (0.000019)	321	0.006 (0.20)	-3620.97

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M11 SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	-382.00	1094.70	0.00	0.00
2	433.50	-334.80	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-382.00	1094.70			1.933	102.6	0.23	0.72	53.1 (21.2)
2	S	433.50	-334.80			7.558	33.1	0.27	0.78	53.1 (21.2)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00057	130.0	0.00039	121.3	-0.00196	8.7
2	0.00073	0.0	0.00054	8.7	-0.00196	121.3

12.4 SOLETTA DI FONDAZIONE

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
46	ENVE_SLU_STR	0.0	2858.5
342	ENVE_SLU_STR	0.0	-2641.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
615	ENVE_SLU_STR	0.0	1670.9
342	ENVE_SLU_STR	0.0	-1596.0

V13	V23
KN	KN
1823	1618

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
46	ENVE_SLU_SLV	0.0	1647.1
342	ENVE_SLU_SLV	0.0	-2292.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
242	ENVE_SLU_SLV	0.0	1119.2
342	ENVE_SLU_SLV	0.0	-1492.5

V13	V23
KN	KN
1289	924

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
46	ENVE_SLER	0.0	2040.2
342	ENVE_SLER	0.0	-1884.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
615	ENVE_SLER	0.0	1192.3
342	ENVE_SLER	0.0	-1128.2

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
46	ENVE_SLEF	0.0	1600.6
342	ENVE_SLEF	0.0	-1452.6

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
615	ENVE_SLEF	0.0	892.8
342	ENVE_SLEF	0.0	-857.1

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
574	ENVE_SLEQP	0.0	982.8
342	ENVE_SLEQP	0.0	-887.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
615	ENVE_SLEQP	0.0	793.5
342	ENVE_SLEQP	0.0	-596.3

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata in entrambe le direzioni.

$A_s = 1\Phi 24/10$

$A_{s'} = 1\Phi 24/10$

staffe $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

12.4.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	1823 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²	
		f_{ck}	24.9 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1800 mm	
Copriferro		c	100 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1700 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa		n	10	
		\emptyset	24 mm	
		A_{sI}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0027 ? 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ? 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.21	
		V_{Rd}	514.50 kN	
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$			NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	1618 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²	
		f_{ck}	24.9 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1800 mm	
Copriferro		c	76 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1724 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n 10	\emptyset	24 mm	
		A_{sI}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0026 ? 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ? 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ? 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.21	
		V_{Rd}	518.41 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

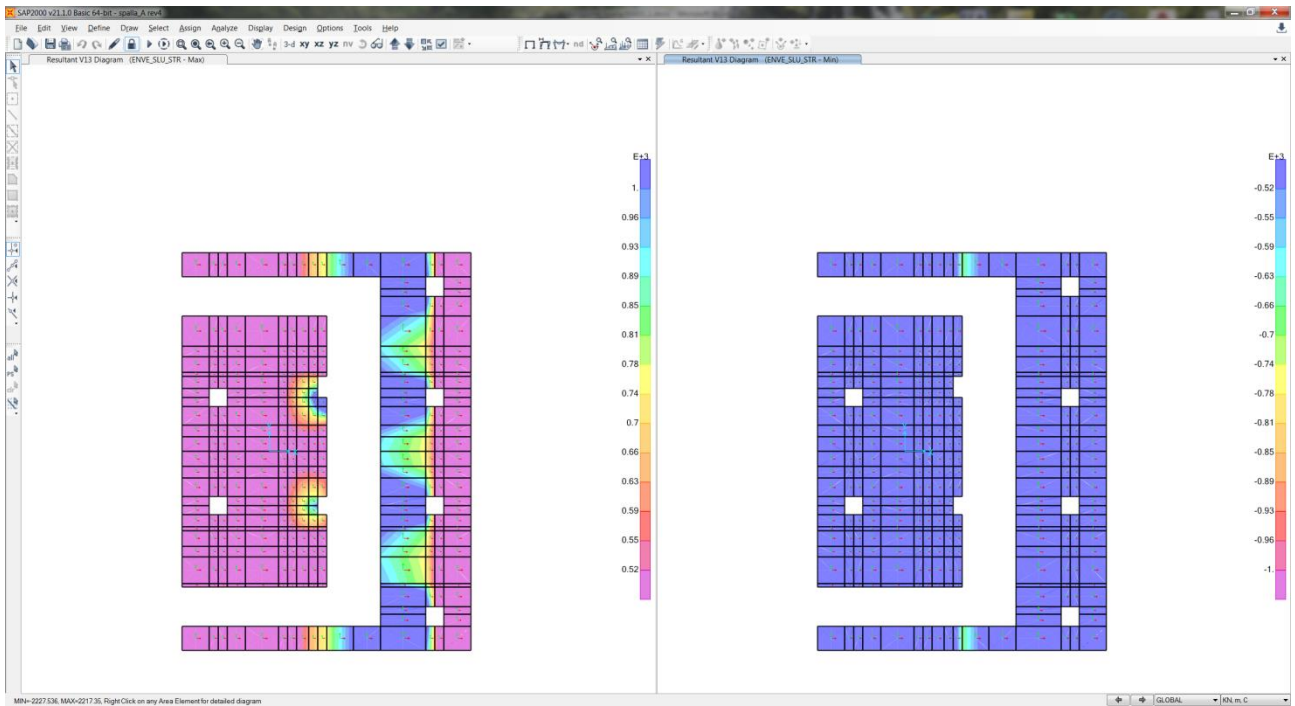


Figura 55: Ricoprimento taglio V13

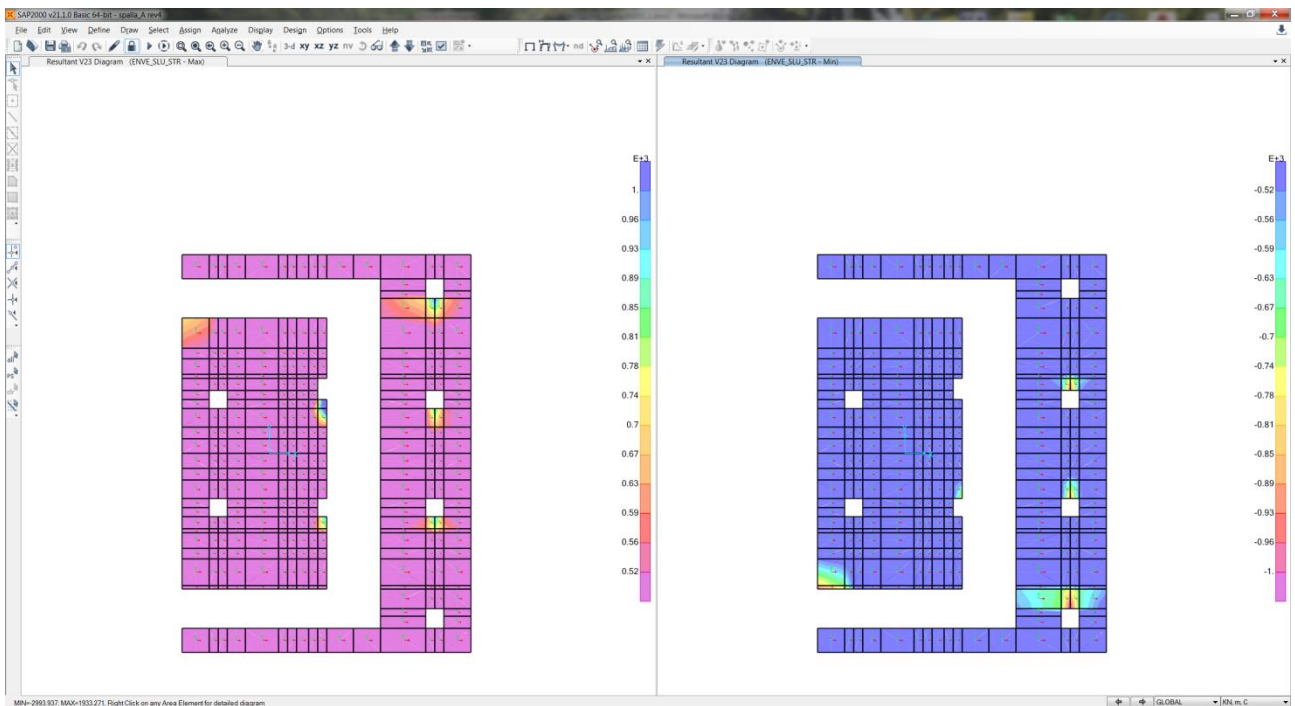


Figura 56: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 1823 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 1618 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		?	45 °
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 °
			1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	7.06 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1843.22 kN
		V_{Rcd}	5397.08 kN
		V_{Rd}	1843.22 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

12.4.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	64	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	76	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M22

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
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�:	Zona non sismica Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

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:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	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:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	0.00	1670.90	0.00	0.00
2	0.00	-1596.00	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	1192.30
2	0.00	-1128.20

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

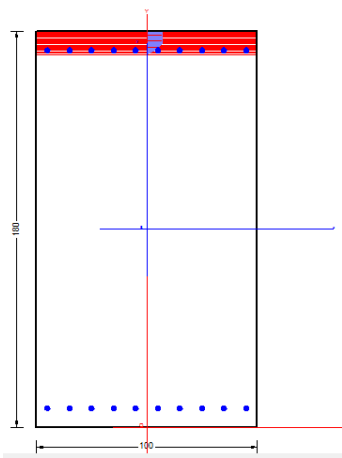
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	892.80 (1644.51)
2	0.00	-857.10 (-1644.51)

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	0.00	793.50 (1644.51)
2	0.00	-596.30 (-1644.51)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) 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,O 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]

N° Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1670.90			1.701	141.8	0.22	0.72	45.2 (36.0)
2	S	0.00	-1596.00			1.781	38.2	0.22	0.72	45.2 (36.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00056	180.0	0.00045	172.4	-0.00196	7.6
2	0.00056	0.0	0.00045	7.6	-0.00196	172.4

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)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.06	180.0	0.00	142.3	-163.8	172.4	19.0	1900	45.2	9.4
2	S	2.89	0.0	0.00	37.7	-155.0	7.6	19.0	1900	45.2	9.4

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
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00086	0.00023	0.50	0.60	0.000491 (0.000491)	389	0.191 (990.00)	1644.51
2	S	-0.00082	0.00022	0.50	0.60	0.000465 (0.000465)	389	0.181 (990.00)	-1644.51

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.29	180.0	0.00	142.3	-122.6	172.4	19.0	1900	45.2	9.4
2	S	2.20	0.0	0.00	37.7	-117.7	7.6	19.0	1900	45.2	9.4

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00065	0.00017	0.50	0.60	0.000368 (0.000368)	389	0.143 (0.40)	1644.51
2	S	-0.00062	0.00016	0.50	0.60	0.000353 (0.000353)	389	0.137 (0.40)	-1644.51

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.03	180.0	0.00	142.3	-109.0	172.4	19.0	1900	45.2	9.4
2	S	1.53	0.0	0.00	37.7	-81.9	7.6	19.0	1900	45.2	9.4

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00058	0.00015	0.50	0.40	0.000327 (0.000327)	389	0.127 (0.30)	1644.51
2	S	-0.00043	0.00011	0.50	0.40	0.000246 (0.000246)	389	0.096 (0.30)	-1644.51

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **fondazione M22 SISMICO**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

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:	2.560 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	0.00	1119.20	0.00	0.00
2	0.00	-1492.50	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1119.20			2.540	141.8	0.22	0.72	45.2 (36.0)
2	S	0.00	-1492.50			1.905	38.2	0.22	0.72	45.2 (36.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00056	180.0	0.00045	172.4	-0.00196	7.6
2	0.00056	0.0	0.00045	7.6	-0.00196	172.4

12.4.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11

ENVE SLU STATICO

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	88	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	100	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
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:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

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:	2.560	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 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:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	0.00	2858.50	0.00	0.00
2	0.00	-2641.50	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	2040.20
2	0.00	-1884.90

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

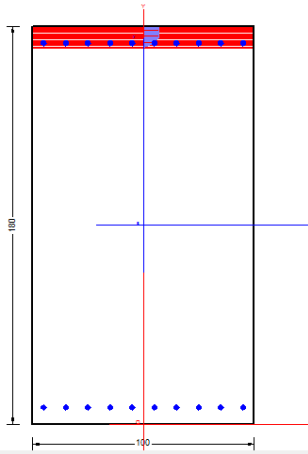
N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1600.60 (1635.46)
2	0.00	-1452.60 (-1638.52)

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	0.00	982.80 (1635.46)
2	0.00	-887.20 (-1638.52)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	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, O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	2858.50	-0.11	2914.38	1.020	170.4	0.06	0.70	45.2 (36.0)
2	S	0.00	-2641.50	-0.17	-2943.47	1.114	11.6	0.07	0.70	45.2 (36.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O 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, O 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, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00074	172.4	-0.05831	10.0
2	0.00350	0.0	0.00049	10.0	-0.04847	172.4

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)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [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 $5(c+\varnothing/2)$ 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	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.34	180.0	0.00	142.6	-284.3	172.4	25.0	2500	45.2	8.9
2	S	4.90	0.0	0.00	38.0	-259.9	10.0	19.0	1900	45.2	8.9

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
K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)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	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00153	0.00040	0.50	0.60	0.000948 (0.000853)	525	0.498 (990.00)	1635.46
2	S	-0.00137	0.00037	0.50	0.60	0.000928 (0.000780)	389	0.361 (990.00)	-1638.52

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.19	180.0	0.00	142.6	-223.0	172.4	25.0	2500	45.2	8.9
2	S	3.78	0.0	0.00	38.0	-200.3	10.0	19.0	1900	45.2	8.9

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00120	0.00031	0.50	0.60	0.000669 (0.000669)	525	0.351 (0.40)	1635.46
2	S	-0.00106	0.00028	0.50	0.60	0.000630 (0.000601)	389	0.245 (0.40)	-1638.52

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.57	180.0	0.00	142.6	-136.9	172.4	25.0	2500	45.2	8.9
2	S	2.31	0.0	0.00	38.0	-122.4	10.0	19.0	1900	45.2	8.9

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00074	0.00019	0.50	0.40	0.000411 (0.000411)	525	0.216 (0.30)	1635.46
2	S	-0.00065	0.00017	0.50	0.40	0.000367 (0.000367)	389	0.143 (0.30)	-1638.52

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **fondazione M11 SISMICO**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

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:	2.560	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	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	0.00	1647.10	0.00	0.00
2	0.00	-2292.50	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) 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,O 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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1647.10			1.694	141.8	0.22	0.72	45.2 (36.0)
2	S	0.00	-2292.50			1.217	38.2	0.22	0.72	45.2 (36.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
--------	---

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O 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,O 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,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00057	180.0	0.00042	170.0	-0.00196	10.0
2	0.00057	0.0	0.00042	10.0	-0.00196	170.0

12.5 PALI DI FONDAZIONE

12.5.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica dei terreni che caratterizzano l'opera è stata già riportata al paragrafo 8.5.

12.5.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche delle fondazioni su pali vengono effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza dei pali.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1 + M1 + R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 5.1.V, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

12.6 VERIFICA PALI

La fondazione è costituita da 12 pali $\Phi 1200$ di lunghezza $L = 44$ m.

La testa dei pali si trova alla profondità di 3.00 m da piano campagna.

12.6.1 VERIFICA STRUTTURALE

Si prevede di disporre un'armatura longitudinale costituita da uno strato di $38\phi 26$ + un secondo strato composto da $20\phi 26$ e staffe $\Phi 12/20$

12.6.2 ANALISI DEI CARICHI

I carichi assiali e trasversali agenti in testa ai pali per le varie combinazioni di carico sono riportati nelle tabelle che seguono. Tali valori derivano dal modello di calcolo della spalla, nel quale sono stati inseriti anche i pali di fondazione.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
452	ENVE_SLU_STR	-305	-296	82
665	ENVE_SLU_STR	-4300	-715	25
362	ENVE_SLU_STR	-327	-282	98
665	ENVE_SLU_STR	-4254	-715	25
362	ENVE_SLU_STR	-327	-282	98
452	ENVE_SLU_STR	-1314	-655	-35

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 299 KN
V2 = 715 KN
V3 = 299 KN
V4 = 656 KN

Vd = 715 KN

Tabella 2 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLU.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
452	ENVE_SLU_SLV	651	-177	439
695	ENVE_SLU_SLV	-3247	-788	-298
362	ENVE_SLU_SLV	537	-175	440
695	ENVE_SLU_SLV	-3213	-788	-298
392	ENVE_SLU_SLV	147	-239	447
422	ENVE_SLU_SLV	-1337	-743	-448

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 473 KN
V2 = 842 KN
V3 = 507 KN
V4 = 867 KN

Vd = 867 KN

Tabella 3 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLV.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
452	ENVE_SLER	-239	-458	57
665	ENVE_SLER	-3154	-528	19
392	ENVE_SLER	-543	-439	49
665	ENVE_SLER	-3120	-528	19
362	ENVE_SLER	-254	-448	70
452	ENVE_SLER	-933	-484	-23

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 442 KN
V2 = 529 KN
V3 = 453 KN
V4 = 485 KN
Vd = 529 KN

Tabella 4 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Rara.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
452	ENVE_SLEF	-556	-380	36
665	ENVE_SLEF	-2736	-437	14
392	ENVE_SLEF	-800	-365	36
665	ENVE_SLEF	-2702	-437	14
362	ENVE_SLEF	-564	-373	50
452	ENVE_SLEF	-1015	-398	-16

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 367 KN
V2 = 437 KN
V3 = 376 KN
V4 = 398 KN
Vd = 437 KN

Tabella 5 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Frequente.

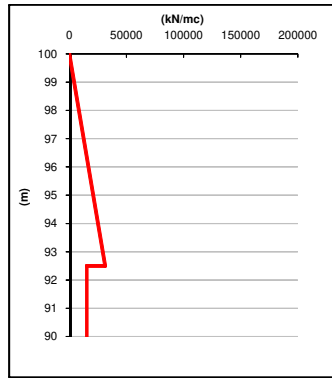
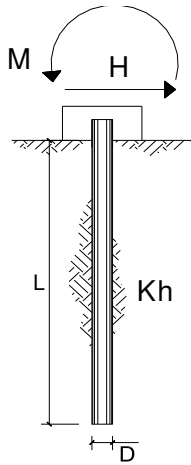
Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
362	ENVE_SLEQP	-1189	-134	31
542	ENVE_SLEQP	-1948	-154	-5
422	ENVE_SLEQP	-1389	-124	6
665	ENVE_SLEQP	-1629	-177	-7
362	ENVE_SLEQP	-1189	-134	31
452	ENVE_SLEQP	-1590	-150	-31

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 125 KN
V2 = 177 KN
V3 = 138 KN
V4 = 153 KN
Vd = 177 KN

Tabella 6 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Quasi Permanente.

I momenti massimi in testa al palo, ottenuti a partire dai massimi valori di taglio per le varie combinazioni di carico, sono pari a:



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_n (kN/m ³)	n_n (kN/m ³)
p.c.=strato 1	U1	100.00	0	5000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U1a	92.50	15000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	83.50	13333	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	82.00		5000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5	U2a	77.50	13333	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 6	U2	70.00		5000

Diametro del palo 1.2 (m)
 J palo 0.10179 (m⁴)
 Lunghezza del palo 44 (m)
 Forza orizzontale in testa 715 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31475.8 (Mpa)
 dimensione elementi 0.2 (m)

- palo impedito di ruotare
- palo impedito di traslare
- palo libero

Combo SLU-STR

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-2401.12	714.75

Combo SLERARA

Diametro del palo 1.2 (m)
 J palo 0.10179 (m⁴)
 Lunghezza del palo 44 (m)
 Forza orizzontale in testa 529 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31475.8 (Mpa)
 dimensione elementi 0.2 (m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-1776.49	528.82

Combo SLEFREQ

Diametro del palo 1.2 (m)
 J palo 0.10179 (m⁴)
 Lunghezza del palo 44 (m)
 Forza orizzontale in testa 437 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31475.8 (Mpa)
 dimensione elementi 0.2 (m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-1467.54	436.85

Combo SLEQP

Diametro del palo 1.2 (m)
 J palo 0.10179 (m⁴)
 Lunghezza del palo 44 (m)
 Forza orizzontale in testa 177 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31475.8 (Mpa)
 dimensione elementi 0.2 (m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-594.40	176.94

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali: 26 [mm]
 Diametro staffe: 12 [mm]
 Classe Calcestruzzo: C25/30
 Condizioni ambientali: Ordinarie
 Vita nominale costruzione: 75 [anni] Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
 Tolleranza di posa: 10 [mm]

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 70 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 82 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 95 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.****NOME SEZIONE: palo_spalla**

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa
 Resis. compr. ridotta fcd': 7.080 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 150.00 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.5	38	26
2	0.0	0.0	45.3	20	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4254.00	-2401.12	0.00	715.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3120.00	-1776.50	0.00

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

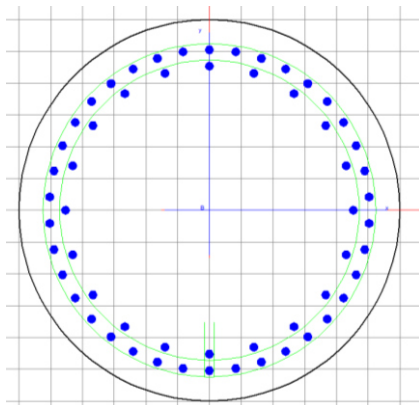
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2702.00	-1467.54 (-957.86)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1629.00	-594.40 (-1214.43)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4254.00	-2401.12	0.00	4254.09	-5222.20	0.00	2.17	307.9(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	-60.0	0.00288	0.0	-50.5	-0.00367	0.0	50.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
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 per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000064914	-0.000394857	---	---

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
-----	--

Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	715.00	2502.99	1574.75	92.3 75.0	109.3	2.500	1.250	9.7	21.5(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10.22	0.0	0.0	-106.6	0.0	50.5	1106	53.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.47	0.0	0.0	-84.6	0.0	50.5	1064	53.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00051	0	0.500	26.0	82	0.00025 (0.00025)	367	0.093 (0.40)	-957.86	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.56	0.0	0.0	-21.2	0.0	50.5	691	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

1 S -0.00014 0 0.500 26.0 82 0.00006 (0.00006) 394 0.025 (0.30) -1214.43 0.00

Combo SLU-SLV

Diametro del palo 1.2 (m)
 J palo 0.10179 (m⁴)
 Lunghezza del palo 44 (m)
 Forza orizzontale in testa 867 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31475.8 (Mpa)
 dimensione elementi 0.2 (m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-2911.57	866.70

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo_spalla - sismiche

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa
 Resis. compr. ridotta fcd': 7.080 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.5	38	26
2	0.0	0.0	45.3	20	26

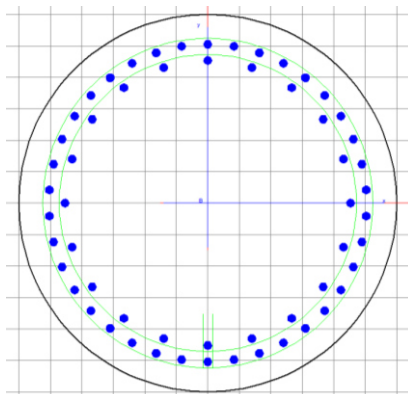
ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1337.00	-2911.57	0.00	867.00	0.00



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	1337.00	-2911.57	0.00	1337.03	-3621.54	0.00	1.24	307.9(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00163	0.0	-60.0	0.00132	0.0	-50.5	-0.00196	0.0	50.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
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 per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000032437	-0.000318449	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

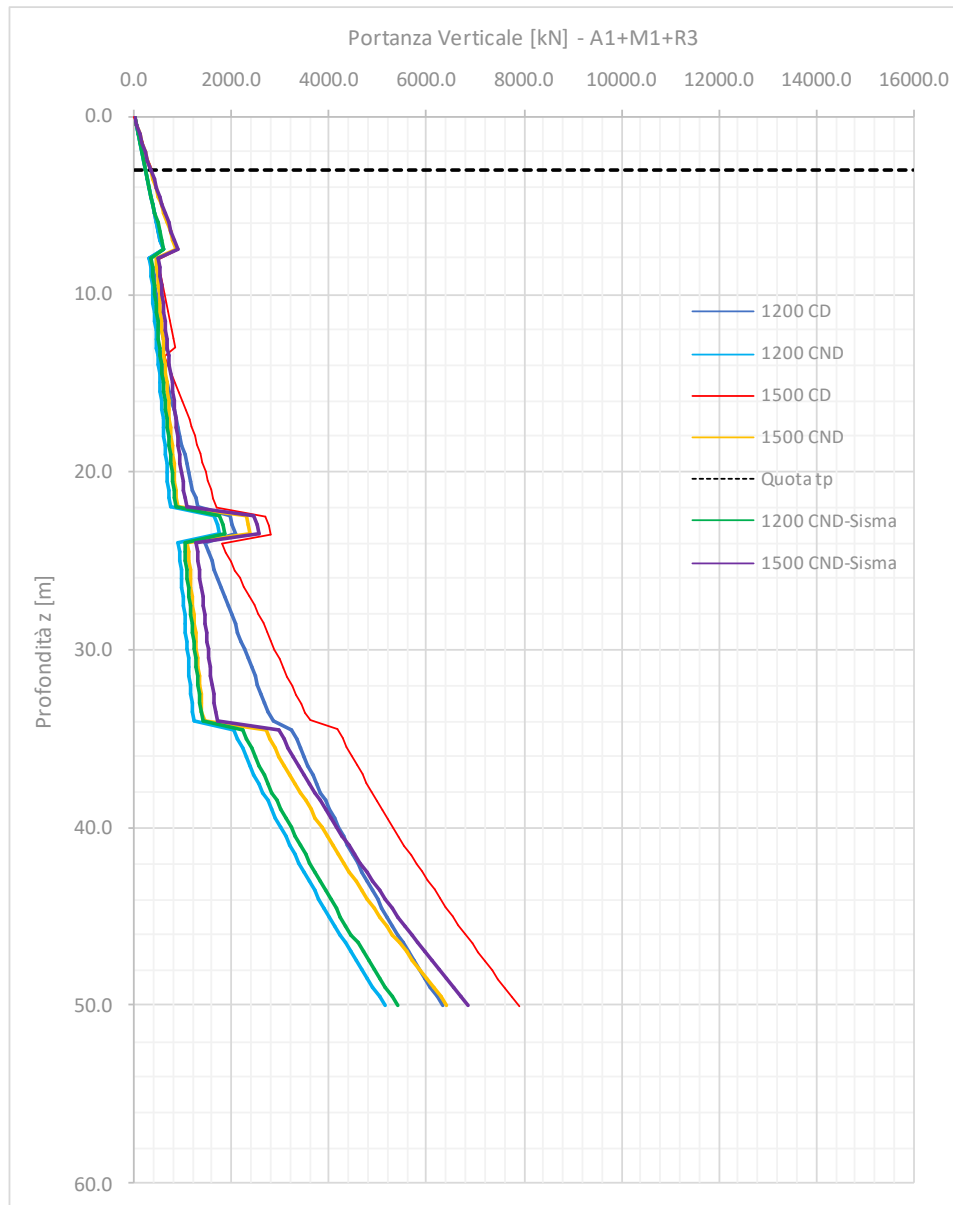
Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	867.00	2213.39	1605.48	92.6 76.5	109.4	2.500	1.083	11.6	21.5(0.0)

12.6.3 VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE

La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo assiale di compressione agente sul palo.

Per la verifica si considerano le curve di capacità presenti nella relazione geotecnica. Di seguito si riporta il diagramma delle curve.



Dalle curve di capacità precedenti si ottiene:

VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

$$N_{\max} \text{ SLU_STR} = 4300 \text{ KN} \Rightarrow L_{\text{palo}} = 38 \text{ m}$$

VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

$$N_{\max} \text{ SLU_STR} = 4300 \text{ KN} \Rightarrow L_{\text{palo}} = 44 \text{ m}$$

VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

$$N_{\max} \text{ SLU_SLV} = 3247 \text{ KN} \Rightarrow L_{\text{palo}} = 38 \text{ m}$$

Dalle verifiche precedenti si ottiene una lunghezza dei pali pari a **L = 44 m**

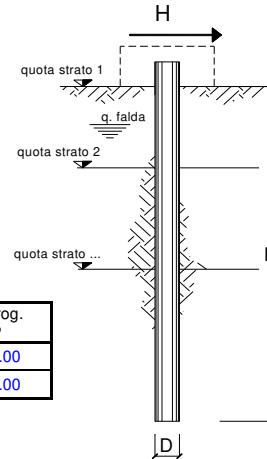
12.6.4 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo trasversale agente sul palo.

VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

opera

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	U1	100.00	18.5	8.5	28	2.77		28	2.77	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U1a	95.50	19	9	21	2.12	45	21	2.12	45
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	90.00	19.5	9.5	20	2.04	40	20	2.04	40
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	81.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5	U2a	79.50	19.5	9.5	20	2.04	40	20	2.04	40
<input checked="" type="checkbox"/> strato 6	U2	75.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	

Quota falda 98 (m)
 Diametro del palo D 1.20 (m)
 Lunghezza del palo L 44.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 5235.76 (kNm)
 Step di calcolo 0.2 (m)

- palo imoedito di ruotare
 palo libero

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2654.0 (kN)		2654.0 (kN)	
Palo intermedio	4957.0 (kN)		4957.0 (kN)	
Palo corto	13179.6 (kN)		13179.6 (kN)	
	H_{med} 2654.0 (kN)	Palo lungo	H_{min} 2654.0 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		1561.17 (kN)	
	EFFICIENZA E del gruppo di pali		0.80	
	$H_d = E \cdot H_k / \gamma_T$		960.72 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	715 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)		
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$	715.00 (kN)		
	$FS = H_d / F_d =$	1.34		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)
Raggio = 600 (mm)
Sforzo Normale = 4254 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

ferro

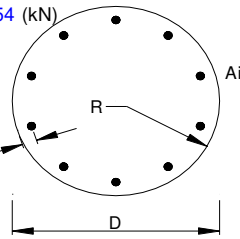
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

ferro

$f_{yk} = 450$ (Mpa)

$\gamma_s = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$ (Mpa)

$E_s = 210000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.186\%$

$\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
38	ϕ 26	20175.31	95
20	ϕ 26	10618.58	147
0	ϕ 0	0.00	0

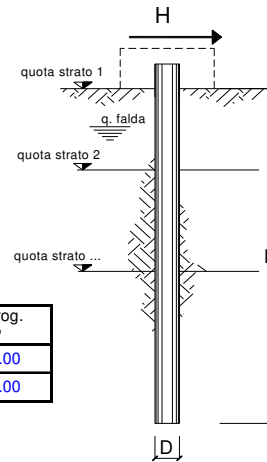
Momento di Plasticizzazione

$M_y = 5235.8$ (kN m)

VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

opera

coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	U1	100.00	18.5	8.5	28	2.77		28	2.77	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U1a	95.50	19	9	21	2.12	45	21	2.12	45
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	90.00	19.5	9.5	20	2.04	40	20	2.04	40
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	81.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5	U2a	79.50	19.5	9.5	20	2.04	40	20	2.04	40
<input checked="" type="checkbox"/> strato 6	U2	75.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	

Quota falda 98 (m)
 Diametro del palo D 1.20 (m)
 Lunghezza del palo L 44.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 4875.52 (kNm)
 Step di calcolo 0.2 (m)

- palo imoedito di ruotare
 palo libero

	H medio		H minimo	
Palo lungo	2558.5 (kN)		2558.5 (kN)	
Palo intermedio	4957.0 (kN)		4957.0 (kN)	
Palo corto	13179.6 (kN)		13179.6 (kN)	
	H_{med} 2558.5 (kN)	Palo lungo	H_{min} 2558.5 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		1505.02 (kN)	
	EFFICIENZA E del gruppo di pali		0.80	
	H_d = E·H_k/γ_T		926.17 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	867 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)		
	F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =	867.00 (kN)		
	FS = H_d / F_d =	1.07		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 1337 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo C25/30

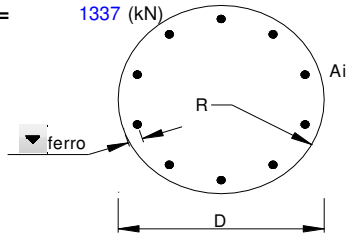
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.186%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
38	ϕ 26	20175.31	95
20	ϕ 26	10618.58	147
0	ϕ 0	0.00	0

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 4875.5$ (kN m)