

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

TANGENZIALE NORD E SUD

SV. 4-4BIS - VIA DEL TRIUMVIRATO-AEREOPORTO

RAMPA RS54B - VIADOTTO SCATOLARE IN CLS

RELAZIONE DI CALCOLO

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Umberto Mele
Ord. Ingg. Milano n.18641
RESPONSABILE STRUTTURE

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cdd, Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111465	0000	PD	A2	U54	PO003	00000	R	S T R	1130	- 0	SCALA -

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:			REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068					n.	data
						0	SETTEMBRE 2020
						1	
						2	
REDATTO:		VERIFICATO:			3		
					4		

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	--	--

Sommario

1	INTRODUZIONE	5
1.1	GENERALITÀ	5
1.2	DESCRIZIONE DELL’OPERA	6
1.3	CARATTERISTICHE GENERALI DELL’OPERA	10
1.4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
1.5	CLASSI DI ESPOSIZIONE	11
1.6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
1.6.1	Strutture di nuova realizzazione	11
1.7	CARATTERISTICHE DEL TERRENO	13
1.8	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	13
1.9	SOFTWARE DI CALCOLO	15
1.9.1	Elementi finiti	15
1.9.2	Verifiche sezionali	15
1.9.3	Elaborazione dati	15
1.9.4	Validazione dei programmi di calcolo	15
1.10	CONVENZIONI GENERALI	16
2	IMPOSTAZIONE GENERALE DELLE ANALISI STRUTTURALI	17
2.1	MODELLAZIONE STRUTTURALE	17
2.2	ANALISI STATICA	17
2.3	ANALISI SISMICA	17
3	ANALISI DEI CARICHI	18
3.1	ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	18
3.1.1	Pesi propri e permanenti	18
3.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI	29
3.3	COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE	29
4	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	32
4.1	SETTI LONGITUDINALI	32
4.1.1	Combinazione SLU/SLV	33
4.1.2	Combinazione SLE Rara	35
4.1.3	Combinazione SLE frequente	36
4.1.4	Combinazione SLE Quasi Permanente	37
4.2	SOLETTA SUPERIORE	38
4.2.1	Combinazione SLU/SLV	38
4.2.2	Combinazione SLE Rara	40
4.2.3	Combinazione SLE frequente	41
4.2.4	Combinazione SLE Quasi Permanente	42
4.3	SOLETTA INFERIORE	43
4.3.1	Combinazione SLU/SLV	43
4.3.2	Combinazione SLE Rara	45
4.3.3	Combinazione SLE frequente	46
4.3.4	Combinazione SLE Quasi Permanente	47
4.4	SPALLE	48
4.4.1	Combinazione SLU/SLV	48
4.4.2	Combinazione SLE Rara	51
4.4.3	Combinazione SLE frequente	52
4.4.4	Combinazione SLE Quasi Permanente	53
4.5	SBALZO SOLETTA SUPERIORE	54
4.5.1	Combinazione SLU/SLV	54

4.5.2	Combinazione SLE Rara.....	56
4.5.3	Combinazione SLE frequente.....	57
4.5.4	Combinazione SLE Quasi Permanente.....	58
4.6	REAZIONI IN FONDAZIONE	59
5	VERIFICHE STRUTTURALI	63
5.1	IMPOSTAZIONE TEORICA DELLE VERIFICHE.....	63
5.1.1	Verifica delle tensioni in esercizio	63
5.1.2	Verifica dello stato fessurativo.....	63
5.1.3	Verifica di resistenza a pressoflessione	65
5.1.4	Verifica di resistenza a taglio	65
5.2	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE	67
5.2.1	Setti longitudinali.....	67
5.2.2	Soletta superiore	78
5.2.3	Sbalzi soletta superiore	89
5.2.4	Soletta inferiore	100
5.2.5	spalle.....	111
5.3	VERIFICHE A TAGLIO	122
5.3.1	Setti longitudinali.....	122
5.3.2	Soletta superiore	125
5.3.3	Sbalzi soletta superiore	129
5.3.4	Soletta inferiore	134
5.3.5	spalle.....	140
6	VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO.....	146

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1-1	LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA (1)	5
FIGURA 1-2	LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA (2)	5
FIGURA 1-3	LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA (3)	6
FIGURA 1-4	PLANIMETRIA DELL'INTERVENTO.....	7
FIGURA 1-5	SEZIONE IN PIANTA	7
FIGURA 1-6	SEZIONE TRASVERSALE NELLA MEZZERIA DELLO SCATOLARE.....	8
FIGURA 1-7	SEZIONE TRASVERSALE OVEST	8
FIGURA 1-8	SEZIONE LONGITUDINALE SUD	9
FIGURA 1-9	SEZIONE LONGITUDINALE IN ASSE SCATOLARE.....	9
FIGURA 1-10	SEZIONE LONGITUDINALE NORD	9
FIGURA 1-11	PARAMETRI DIPENDENTI E INDIPENDENTI	13
FIGURA 1-12	SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV	14
FIGURA 2-1	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA (1)	17
FIGURA 2-2	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA (2)	17
FIGURA 3-1	PESO DEI CORDOLI LATERALI APPLICATO COME PATCH LOAD	18
FIGURA 3-2	PESO MANTO DI ASFALTATURA.....	18
FIGURA 3-3	PESO DEI GUARDAVIA LATERALI	19
FIGURA 3-4	VENTO SULLA FACCIA SOPRAVENTO PER VENTO SPIRANTE NELLA DIREZIONE Y+	21
FIGURA 3-5	VENTO SULLA FACCIA SOTTOVENTO PER VENTO SPIRANTE NELLA DIREZIONE Y+	21
FIGURA 3-6	SCHEMA DI CARICO 1 (FIG.5.1.2 DELLE NTC2018)	22
FIGURA 3-7	INTENSITÀ DEI CARICHI QIK E QIK PER LE DIVERSE CORSIE (FIG.5.1.2 DELLE NTC2018)	22
FIGURA 3-8	DISPOSIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI (1)	23
FIGURA 3-9	DISPOSIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI (2)	23
FIGURA 3-10	DISPOSIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI (3)	24
FIGURA 3-11	DISPOSIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI TANDEM (4).....	24
FIGURA 3-12	SPINTA STATICA DELLE TERRE	25

FIGURA 3-13 SOVRACCARICO ACCIDENTALE IN DIREZIONE X+	26
FIGURA 3-14 SOVRACCARICO ACCIDENTALE IN DIREZIONE X-	26
FIGURA 3-15 FORZE DI INERZIA IN DIREZIONE X DELLA STRUTTURA	27
FIGURA 3-16 FORZE DI INERZIA IN DIREZIONE Y DELLA STRUTTURA	27
FIGURA 3-17 SOVRASPINTA SISMICA IN DIREZIONE X-	28
FIGURA 3-18 SOVRASPINTA SISMICA IN DIREZIONE X+	28
FIGURA 3-19 COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI O PER L'EFFETTO DELLE AZIONI NELLE VERIFICHE SLU (TAB.2.6.I DELLE NTC2018)	29
FIGURA 3-20 COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA PER LE COMBINAZIONI DI CARICO AGLI SLU (TAB.5.1.V DELLE NTC2018)	30
FIGURA 3-21 VALORI DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE (TAB.2.5.I DELLE NTC2018)	30
FIGURA 3-22 COEFFICIENTI ψ PER LE AZIONI VARIABILI PER PONTI STRADALI E PEDONALI (TAB.5.1.VI DELLE NTC2018) COEFFICIENTI ψ PER LE AZIONI VARIABILI PER PONTI STRADALI E PEDONALI (TAB.5.1.VI DELLE NTC2018)	31
FIGURA 4-1 CONVENZIONE SOLLECITAZIONI SECONDO IL SOFTWARE LUSAS	32
TABELLA 4-1 ORIENTAMENTO ASSI LOCALI	32
FIGURA 4-2 My IN COMBINAZIONE SLU/SLV	33
FIGURA 4-3 Mx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	33
FIGURA 4-4 Sy IN COMBINAZIONE SLU/SLV	34
FIGURA 4-5 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	34
FIGURA 4-6 My IN COMBINAZIONE SLE RARA	35
FIGURA 4-7 Mx IN COMBINAZIONE SLE RARA	35
FIGURA 4-8 My IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	36
FIGURA 4-9 Mx IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	36
FIGURA 4-10 My IN COMBINAZIONE SLE QP	37
FIGURA 4-11 Mx IN COMBINAZIONE SLE QP	37
TABELLA 4-2 ORIENTAMENTO ASSI LOCALI	38
FIGURA 4-12 My IN COMBINAZIONE SLU/SLV	38
FIGURA 4-13 Mx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	38
FIGURA 4-14 Sy IN COMBINAZIONE SLU/SLV	39
FIGURA 4-15 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	39
FIGURA 4-16 My IN COMBINAZIONE SLE RARA	40
FIGURA 4-17 Mx IN COMBINAZIONE SLE RARA	40
FIGURA 4-18 My IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	41
FIGURA 4-19 Mx IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	41
FIGURA 4-20 My IN COMBINAZIONE SLE QP	42
FIGURA 4-21 Mx IN COMBINAZIONE SLE QP	42
FIGURA 4-22 ORIENTAMENTO ASSI LOCALI	43
FIGURA 4-23 My IN COMBINAZIONE SLU/SLV	43
FIGURA 4-24 Mx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	43
FIGURA 4-25 Sy IN COMBINAZIONE SLU/SLV	44
FIGURA 4-26 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	44
FIGURA 4-27 My IN COMBINAZIONE SLE RARA	45
FIGURA 4-28 Mx IN COMBINAZIONE SLE RARA	45
FIGURA 4-29 My IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	46
FIGURA 4-30 Mx IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	46
FIGURA 4-31 My IN COMBINAZIONE SLE QP	47
FIGURA 4-32 Mx IN COMBINAZIONE SLE QP	47
FIGURA 4-33 ORIENTAMENTO ASSI LOCALI	48
FIGURA 4-34 My IN COMBINAZIONE SLU/SLV	48
FIGURA 4-35 Mx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	49
FIGURA 4-36 Sy IN COMBINAZIONE SLU/SLV	49
FIGURA 4-37 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	50
FIGURA 4-38 My IN COMBINAZIONE SLE RARA	51
FIGURA 4-39 Mx IN COMBINAZIONE SLE RARA	51
FIGURA 4-40 My IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	52
FIGURA 4-41 Mx IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	52
FIGURA 4-42 My IN COMBINAZIONE SLE QP	53

FIGURA 4-43 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	53
FIGURA 4-44 ORIENTAMENTO ASSI LOCALI	54
FIGURA 4-45 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	54
FIGURA 4-46 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	54
FIGURA 4-47 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV.....	55
FIGURA 4-48 SX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	55
FIGURA 4-49 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA.....	56
FIGURA 4-50 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	56
FIGURA 4-51 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE.....	57
FIGURA 4-52 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	57
FIGURA 4-53 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	58
FIGURA 4-54 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	58
FIGURA 4-55 REAZIONI IN FONDAZIONE PER LA COMBINAZIONE SLU-STR	59
FIGURA 4-56 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLU-STR PER $x=0M$	59
FIGURA 4-57 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLU-STR PER $x=7.5M$	60
FIGURA 4-58 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLU-STR PER $x=12M$	60
FIGURA 4-59 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLU-STR PER $x=17.5M$	60
FIGURA 4-60 REAZIONI IN FONDAZIONE PER LA COMBINAZIONE SLE RARA.....	61
FIGURA 4-61 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLE RARA PER $x=0M$	61
FIGURA 4-62 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLE RARA PER $x=7.5M$	62
FIGURA 4-63 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLE RARA PER $x=12M$	62
FIGURA 4-64 DISTRIBUZIONE DELLE REAZIONI IN FONDAZIONE ALLO SLE RARA PER $x=17.5M$	62
TABELLA 5-1 COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	67
TABELLA 5-2 COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	78
TABELLA 5-3 COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	89
TABELLA 5-4 COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	100
TABELLA 5-5 COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	111
FIGURA 5-1 AZIONI TAGLIANTI DI VERIFICA.....	122
FIGURA 5-2 AZIONI TAGLIANTI DI VERIFICA.....	125
FIGURA 5-3 AZIONI TAGLIANTI DI VERIFICA.....	129
FIGURA 5-4 AZIONI TAGLIANTI DI VERIFICA.....	134
FIGURA 5-5 AZIONI TAGLIANTI DI VERIFICA.....	140
FIGURA 6-1 M_{0Y} DALL'ANALISI FEM	147
FIGURA 6-2 M_{0X} DALL'ANALISI FEM.....	147

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

La presente relazione tecnica riporta e descrive le analisi svolte e i risultati ottenuti relativamente ai calcoli statici del viadotto scatolare autostradale RS54B di Via del Triumvirato a Bologna. L'opera in esame, la cui ubicazione è riportata nelle figure 1.1 e 1.2, rientra nell'ambito dei lavori di ampliamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna, nel tratto Borgo Panigale – Caselle.

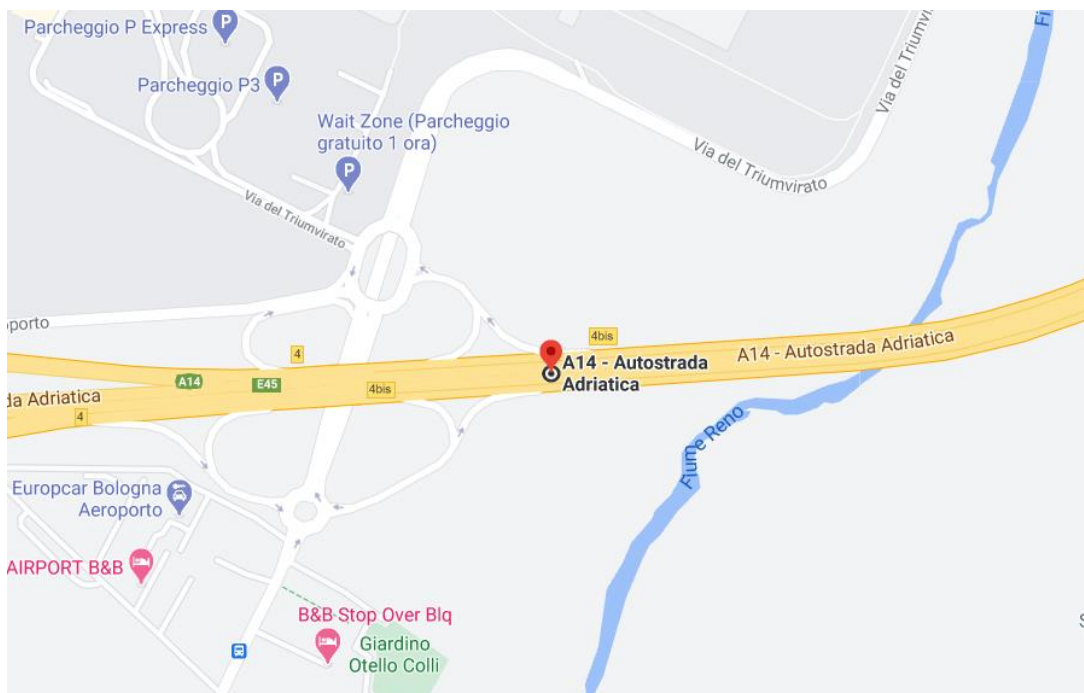


Figura 1-1 localizzazione dell'opera (1)

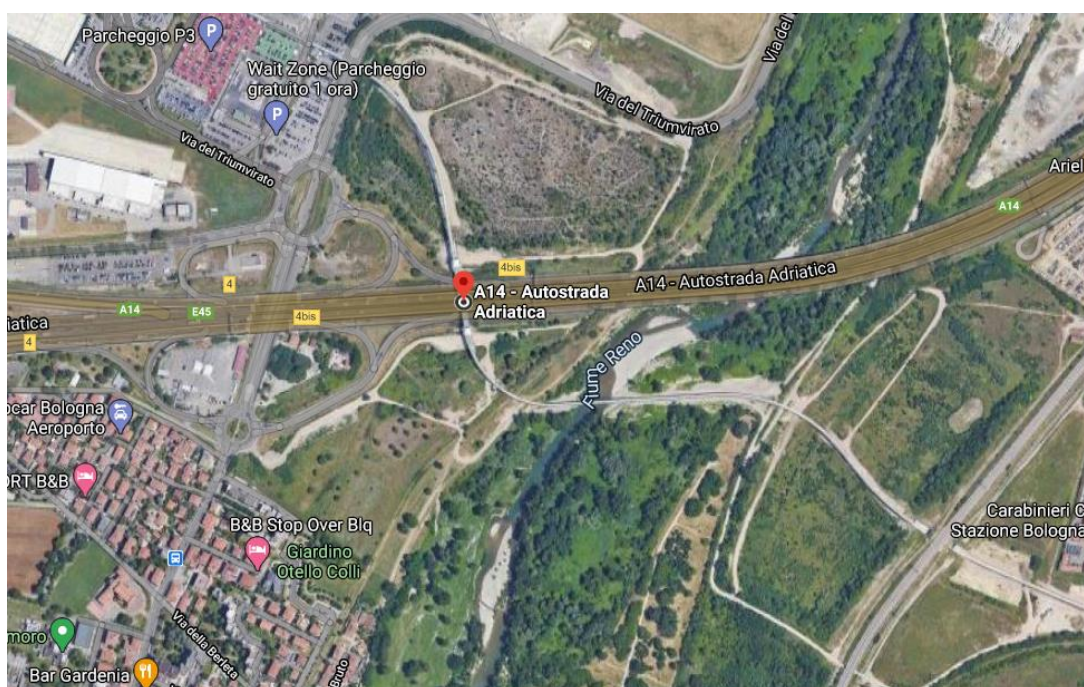


Figura 1-2 localizzazione dell'opera (2)



Figura 1-3 localizzazione dell'opera (3)

1.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Al fine di superare l'interferenza con il People Mover di Bologna (V. figura 1-3), il tratto di rampa autostradale oggetto di analisi è realizzato mediante una struttura scatolare in calcestruzzo armato che si sviluppa longitudinalmente per 35m. La larghezza della soletta superiore che alloggia la piattaforma stradale risulta variabile lungo lo sviluppo da un massimo di 10.31m dal lato dell'aeroporto ad un minimo 8.79m. Nello specifico, la variabilità della larghezza della piattaforma stradale si traduce in una variabilità della luce interna dello scatolare mentre gli sbalzi laterali della soletta superiore hanno una larghezza costante pari a 1.60m. L'altezza massima della struttura risulta pari a 9.74m ed è tale da lasciare un franco di 5.10m rispetto all'intradosso del People Mover.

Su ciascuno dei ritti, spessi 0.7m, sono disposte 3 aperture di cui due hanno luce pari a 3m e quella centrale ha luce maggiore di 5.0m.

Sui lati corti della struttura, in corrispondenza del collegamento con la restante parte di rampa realizzata in rilevato, sono disposte delle pareti trasversali spesse 0.7m soggette alla spinta del terreno.

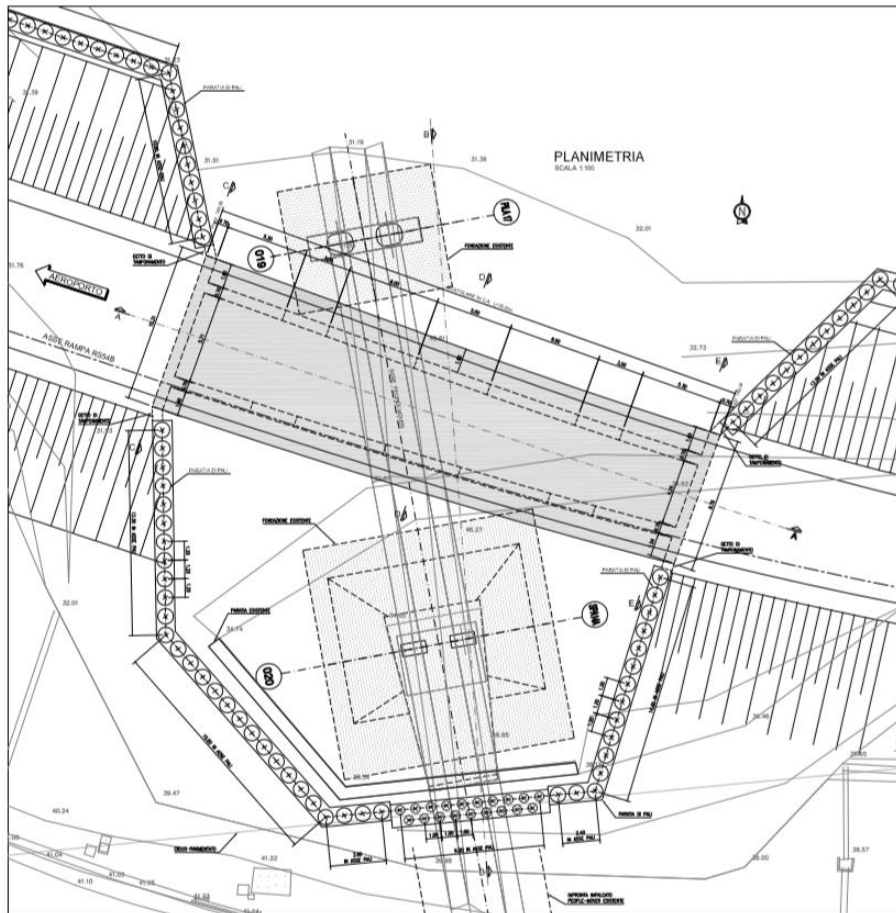


Figura 1-4 planimetria dell'intervento

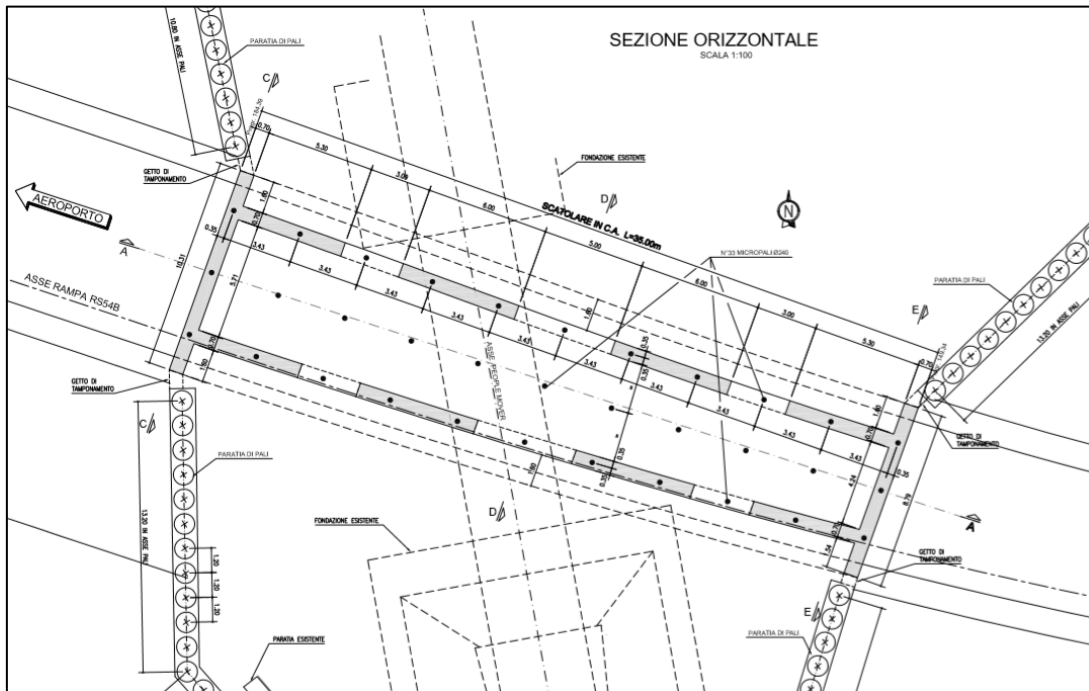


Figura 1-5 sezione in pianta

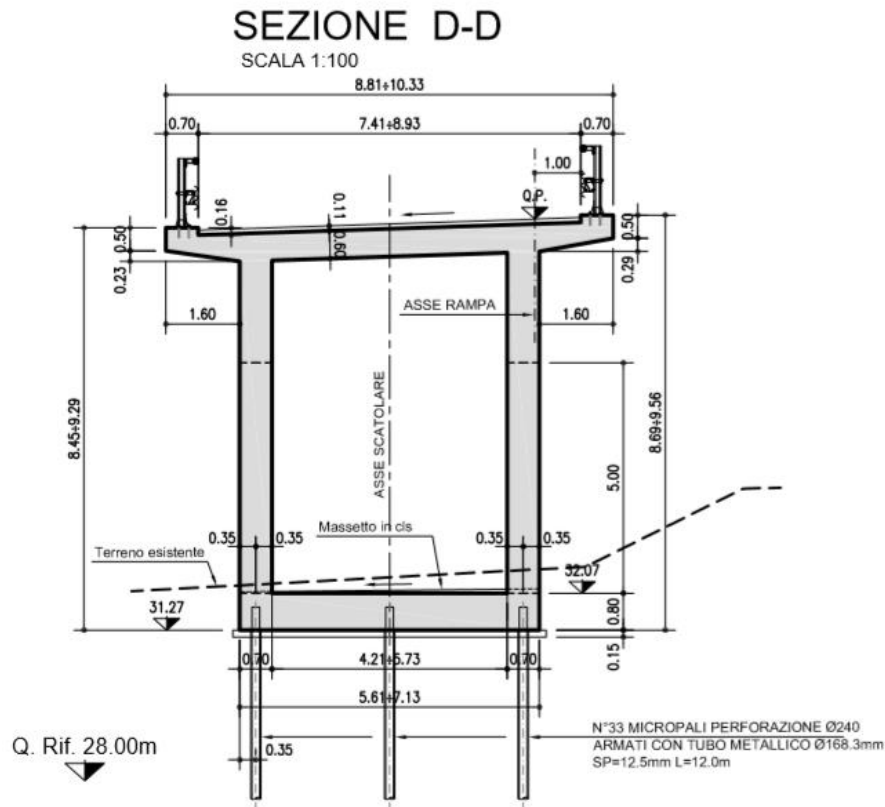


Figura 1-6 sezione trasversale nella mezzeria dello scatolare

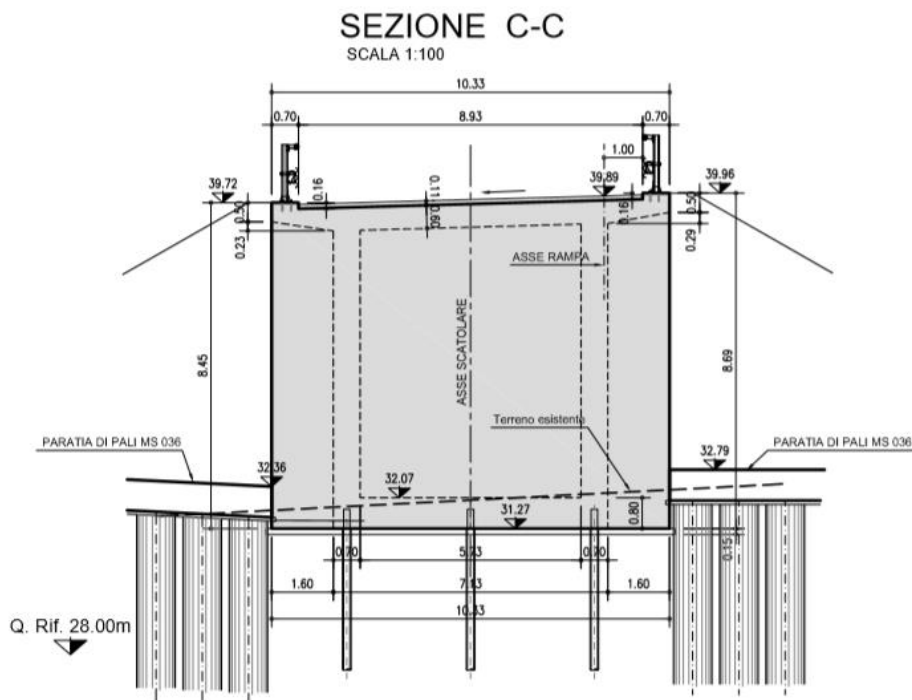


Figura 1-7 sezione trasversale Ovest

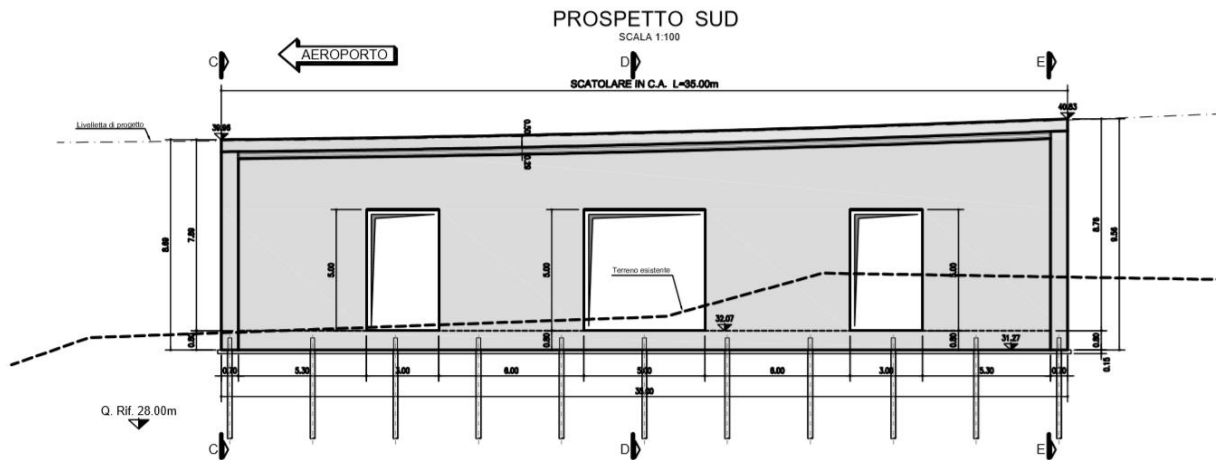


Figura 1-8 sezione longitudinale Sud

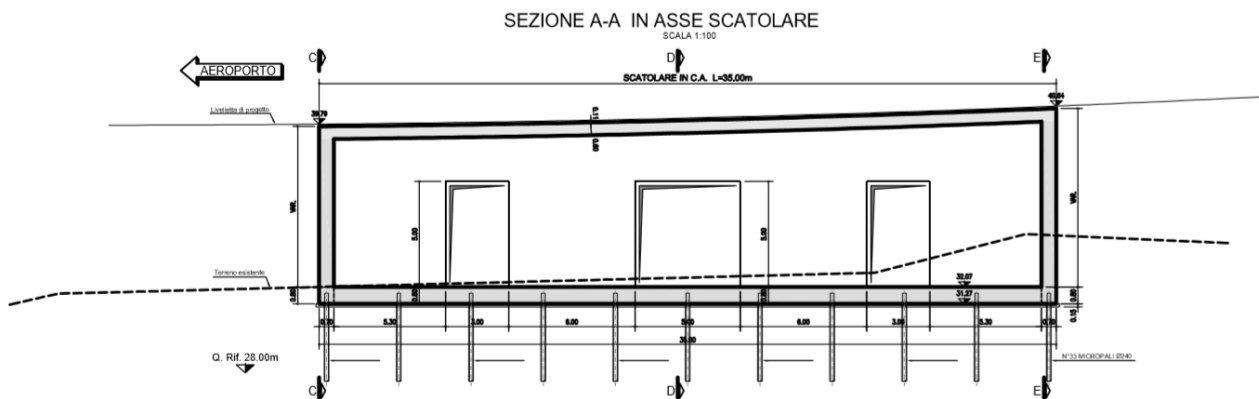


Figura 1-9 sezione longitudinale in asse scatolare

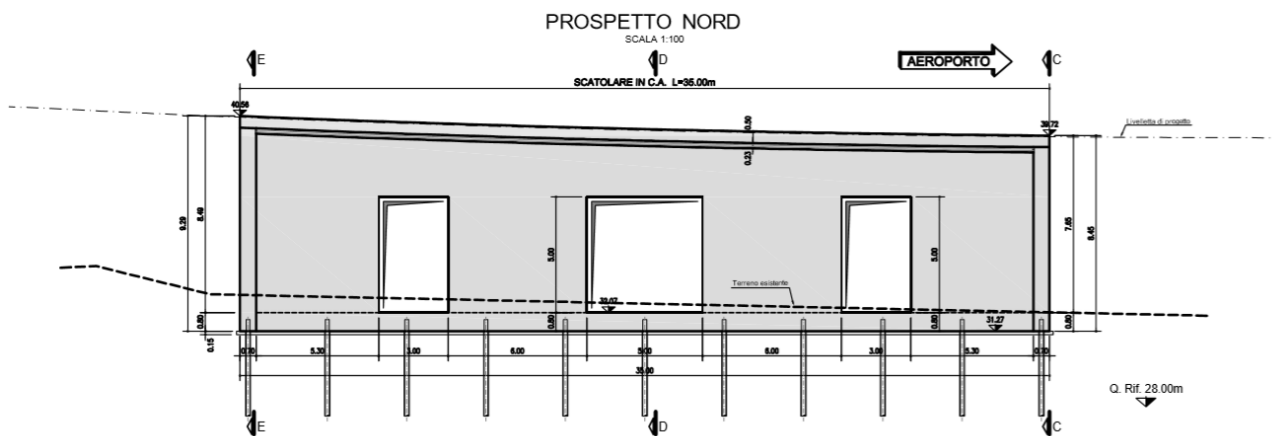


Figura 1-10 sezione longitudinale Nord

1.3 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA

1.4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite, in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa italiana (NTC-08) e da quella europea (Eurocodici, EN). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi *National Application Documents* (NAD's), verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente Normativa nazionale.

In dettaglio, si fa riferimento ai seguenti documenti normativi:

- D.M. 17 gennaio 2018: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC-18")
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1997-1: Progettazione geotecnica – Regole generali
- UNI EN 1998-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

1.5 CLASSI DI ESPOSIZIONE

•

1.6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali previsti per la realizzazione dell'opera devono essere conformi a quanto espressamente indicato dalle *Norme tecniche per le Costruzioni*, emesse con Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018. Nei paragrafi che seguono si elencano le principali caratteristiche fisico-meccaniche richieste ai suddetti materiali.

1.6.1 Strutture di nuova realizzazione

1.6.1.1 Calcestruzzo

I conglomerati cementizi da porre in opera avranno le seguenti classi di resistenza:

Opere non armate (Magro di fondazione)	C12/15 (Rck ≥ 15 MPa)
Solettone inferiore	C32/40 (Rck ≥ 40 MPa)
Elevazioni	C32/40 (Rck ≥ 40 MPa)
Solettone superiore	C32/40 (Rck ≥ 40 MPa)
Cordoli	C32/40 (Rck ≥ 40 MPa)

Per verifiche

Coefficiente di sicurezza	$\gamma_c = 1.50$	[-]
Tensione caratteristica di compressione	$f_{ck} = 32$	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{ct,eff} = 3.02$	[MPa]
Modulo elastico o di Young	$E_c = 33\,346$	[MPa]

Nella tabella seguente sono riportate, per ogni singola classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1 2001), le prescrizioni per il calcestruzzo che ne garantiscono la durabilità.

ELEMENTO STRUTTURALE	CLASSI DI ESPOSIZIONE (UNI – EN 206-1)	DESCRIZIONE CONDIZIONI AMBIENTALI	SITUAZIONI POSSIBILI PER L'APPLICAZIONE DELLA CLASSE
Calcestruzzo per opere non armate (magri)	X0	-	-
Calcestruzzo per elevazioni e rampe	XC2	Bagnato, raramente asciutto	<ul style="list-style-type: none"> - Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni - Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo

Calcestruzzo per plinto di fondazione	XC2	Bagnato, raramente asciutto	<ul style="list-style-type: none"> - Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni - Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo
---------------------------------------	-----	-----------------------------	--

1.6.1.2 Acciaio per c.a.

Tutte le armature metalliche delle opere in cemento armato saranno realizzate in acciaio ordinario **B450C**, le cui caratteristiche chimico-meccaniche, nonché tutte le prove di accettazione, devono essere conformi alle pertinenti prescrizioni riportate nel DM 2018 per le costruzioni. Di seguito si elencano le principali caratteristiche meccaniche del materiale:

Per verifiche agli S.L.U.

Coefficiente di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450$	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540$	[MPa]
Tensione limite di progetto	$f_{yd} = 391$	[MPa]
Modulo elastico o di Young	$E_s = 210\ 000$	[MPa]

NOTA. Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

1.6.1.3 Copriferrì

Di seguito si indicano i copriferrì assunti per gli elementi strutturali dello scatolare:

		C _{netto}	
Per fondazioni:	superfici casserate	40	[mm]
	superfici a contatto con magro di fondazione	40	[mm]
	superfici gettate controterra	40	[mm]
Per elevazioni:		40	[mm]
Per solette:		40	[mm]

1.7 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

In base alle indagini effettuate, sono state desunte le seguenti caratteristiche del terreno:

Peso specifico del terreno	$\gamma_{\text{terr}} =$	20	[kN/m ³]
Peso efficace del terreno	$\gamma'_{\text{terr}} =$	10	[kN/m ³]
Angolo di attrito (M1)	$\phi =$	35.0	[°]
Angolo di attrito (M2)	$\phi =$	29.3	[°]
Coesione del terreno	$c =$	0	
Permeabilità del terreno di riempimento		Alta	
Profondità della falda		-	[m]

Ai fini della modellazione è stata assunta la seguente costante di Winkler:

Costante elastica di Winkler verticale	$k_{w,v} =$	30 000	[kN/m/m ²]
--	-------------	--------	------------------------

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

1.8 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Con riferimento alla mappatura nazionale relativa al rischio sismico (NTC 2018) e in base alla posizione dell'opera e alla tipologia del terreno si ottiene quanto segue.

Comune	Bologna
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Vita nominale	50 [anni]
Classe d'uso	IV
Cu	2.0

Parametri indipendenti		Parametri dipendenti	
Orizzontale	Verticale	Orizzontale	Verticale
ag [g]		S [-]	S [-]
Tc* [s]	Fv	T _B [s]	T _{Bv} [s]
Fo	Ss [-]	T _C [s]	T _{Cv} [s]
St [-]		T _D [s]	T _{Dv} [s]
Ss [-]		T _E [s]	
Cc [-]		T _F [s]	

Figura 1-11 parametri dipendenti e indipendenti

SPETTRO DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE ALLO S.L.V.

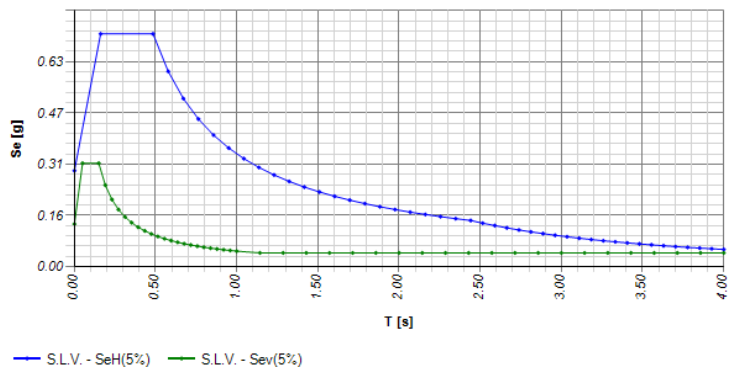


Figura 1-12 spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Pertanto l'accelerazione massima risulta:

$$a_{\max} = 0.2932 \text{ [g]}$$

1.9 SOFTWARE DI CALCOLO

Per eseguire i calcoli riportati nel prosieguo della presente relazione sono stati impiegati i seguenti software.

1.9.1 Elementi finiti

L'analisi della struttura nelle varie fasi è condotta applicando il metodo degli elementi finiti; a tale fine, si adotta il pacchetto software denominato "LUSAS – rel. 17.0", fornito da F.E.A. Ltd (U.K.) su piattaforma Windows XP Professional; il pacchetto software comprende pre-post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base ed all'interpretazione dei risultati di output, ed un risolutore ad elementi finiti in campo lineare. Lo stesso solutore è impiegato per le analisi effettuate con riferimento allo studio della fase sismica

1.9.2 Verifiche sezionali

La verifica delle membrature col metodo degli stati limite ultimi e di esercizio viene effettuata mediante il software RC-SEC versione 2010.4 Revisione 192, fornito da GoeStru Software. Il software è in grado di effettuare verifiche sia tensionali che a rottura.

1.9.3 Elaborazione dati

Per l'elaborazione dei dati di input/output in generale e la creazione di tabelle riepilogative, si adottano procedure opportunamente implementate in fogli elettronici **Microsoft® Office Excel 2019**.

1.9.4 Validazione dei programmi di calcolo

Ai sensi delle disposizioni delle NTC 2018, si dichiara quanto segue, relativamente all'impiego di strumenti di calcolo automatizzati.

L'analisi strutturale e le verifiche sono state sviluppate con l'ausilio di codici di calcolo, cui criteri di impiego sono dettagliatamente descritti nei vari capitoli della presente relazione.

Il codice di calcolo commerciale Lusas è dotato di Verification Manual, ovvero della specifica raccolta di esempi rappresentativi, validati attraverso l'impiego di metodologie di verifica indipendente.

Per le specifiche verifiche si rimanda al Capitolo VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO

1.10 CONVENZIONI GENERALI

Unità di misura

Salvo ove diversamente specificato, le unità di misura sono quelle relative al Sistema Internazionale, ovvero:

Lunghezze: [m]

Forze: [kN]

Tensioni: [MPa]

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Per quanto riguarda le azioni interne, salvo diversamente specificato, si indicherà con:

Fx: azione assiale;

Fy azione tagliante agente nel piano della sezione trasversale;

Mz momento flettente agente nel piano della sezione trasversale.

Convenzioni specifiche verranno riportate nel prosieguo della presente relazione.

2 IMPOSTAZIONE GENERALE DELLE ANALISI STRUTTURALI

2.1 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Lo studio del comportamento statico e sismico della struttura è stato condotto attraverso un'analisi ad elementi finiti (FEM). In particolare, l'opera è stata modellata con elementi *thick shell* passanti per il piano medio delle relative membrature. La *mesh* adottata presenta dimensione caratteristica di 0.50 m. La struttura è stata fondata su un letto di "molle" elastiche lineari di caratteristiche opportune pari a $k_{wv} = 30\,000\text{ kN/m}^3$:

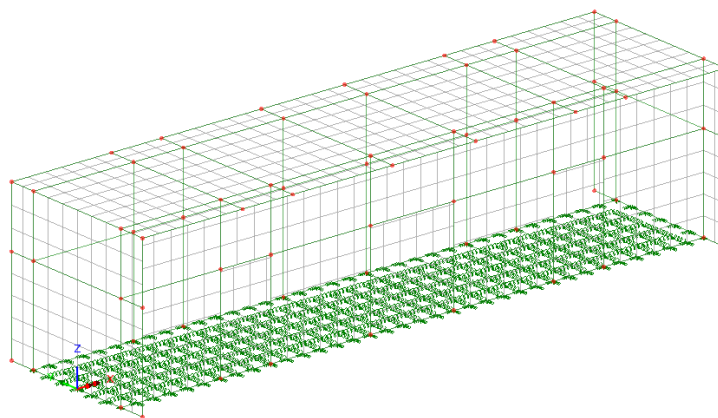


Figura 2-1 modellazione della struttura (1)

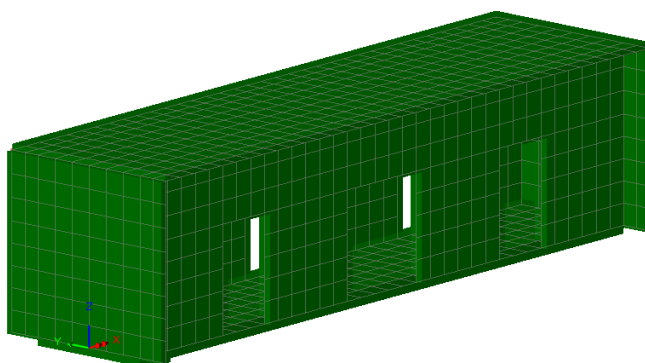


Figura 2-2 modellazione della struttura (2)

2.2 ANALISI STATICA

In condizioni statiche la struttura è stata assoggettata ai vari contributi di carico descritti nel capitolo precedente, costituiti da pesi propri, carichi permanenti (pavimentazioni, ricoprimento e spinta delle terre) e azioni accidentali (carichi di servizio). A valle dell'esame delle singole condizioni di carico sono stati sovrapposti gli effetti secondo le combinazioni di carico in esercizio (S.L.E.) ed ultime (S.L.U.).

2.3 ANALISI SISMICA

In condizioni sismiche la struttura è stata assoggettata ad un'analisi statica equivalente dove al contributo di carico dovuto ai pesi propri e permanenti è stato aggiunto il contributo della famiglia dei carichi sismici, dato dalle forze inerziali e dalla spinta sismica delle terre. Quest'ultima è data dalla somma della spinta a riposo e della sovraspinta sismica, valutata con la formula di Wood essendo la struttura assimilabile ad un corpo rigido. La spinta sismica e le forze d'inerzia vengono fatte agire da un solo lato della struttura in accordo alla direzione ed al verso dell'azione sismica in esame.

3 ANALISI DEI CARICHI

3.1 ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

3.1.1 Pesì propri e permanenti

I carichi permanenti sono costituiti dai pesi propri delle strutture portanti e delle sovrastrutture. Essi sono valutati moltiplicando il volume calcolato geometricamente per i pesi specifici dei materiali.

Pesi propri e permanenti

Peso specifico del calcestruzzo	γ_c	=	2 500	[kg/m ³]
Peso della pavimentazione stradale spessa 11cm di peso specifico $\gamma_{pav} = 22kN/m^3$	pp_{pav}	=	2.42	[kN/m ²]
Peso dei marciapiedi larghi spessi 15cm	$pp_{cordoli}$	=	3.75	[kN/m ²]
Peso permanente del guardavia laterale	$pp_{guardavia}$	=	1.50	[kN/m]

Il peso degli elementi in calcestruzzo viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo a partire dalle dimensioni delle varie sezioni impiegate e con riferimento al peso specifico del calcestruzzo;

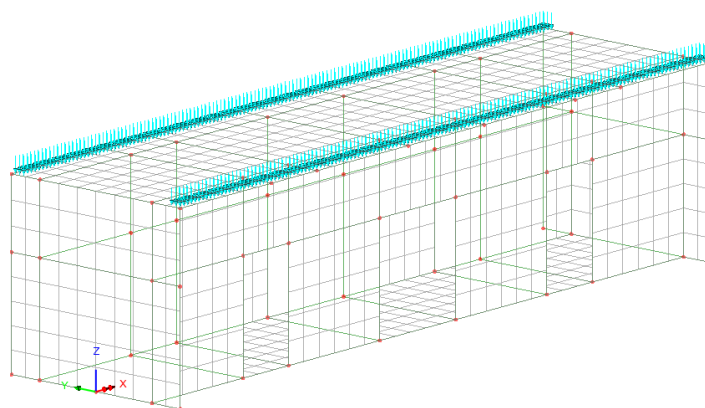


Figura 3-1 peso dei cordoli laterali applicato come patch load

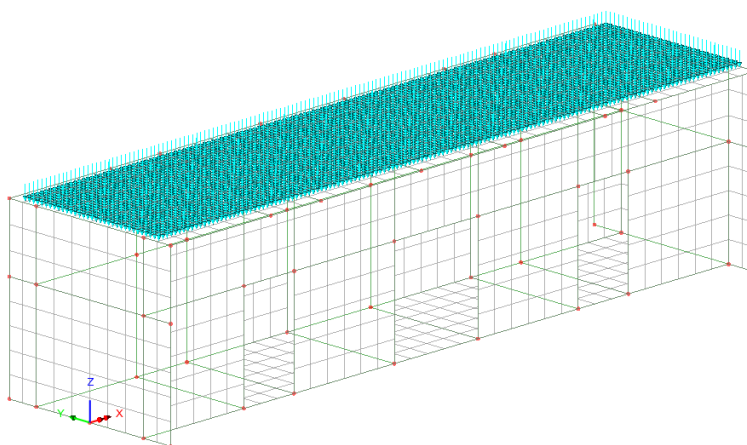


Figura 3-2 peso manto di asfaltatura

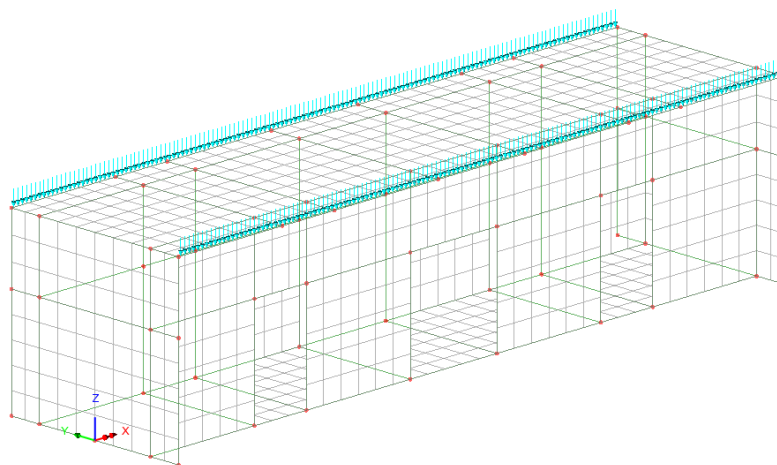


Figura 3-3 peso dei guardavia laterali

3.1.1.1 Azione del vento

L'azione del vento viene valutata in accordo al cap.3.3 delle NTC2018.

Si riportano di seguito i dati che sono stati utilizzati per la valutazione della pressione media del vento agente sullo scatolare:

Calcolo parametri di base	
Categoria sito	II III-IV-V (categorie secondo NAD EN 1991-1-4)
Zona	2 UNI EN 1991-1-4
a_s	32.07 m - quota sito
v_{b0}	25 4.1.(1) P
a_0	750 m (cfr. tab. N.A. 1 parametri nazionali)
k_a	0.015 1/s (cfr. tab. N.A. 1 parametri nazionali)
v_{b0}	25 4.1.(1) P
v_b	26.6 velocità di base del vento
c_{dir}	1.00 4.2.(2) P - nota 2
c_{season}	1.00 4.2.(2) P - nota 3
c_r	0.99 Coeff. Rugosità terreno (EN 1991-1-4 §4.3.2)
$c_{sc,d}$	1.00 fattore di struttura
k_l	1.00 fattore di turbolenza (valore raccomandato da N.A.D.)
c_o	1.00 coeff. orografia EN 1991-1-4 §4.3.1 e Annex A3
T_r	100 periodo di ritorno
k_1	0.138
n	1
α_r	1.06
z_0	0.05 EN 1991-1-4 §4.3.2
z_{0II}	0.05 EN 1991-1-4 §4.3.2 prosp. 4.1
z_{min}	4.00 EN 1991-1-4 §4.3.2
z_{max}	200 EN 1991-1-4 §4.3.2
k_r	0.19 fattore di terreno EN 1991-1-4 §4.3.2 (4.5)
$v_m(z)$	26.2 EN 1991-1-4 cap. 4.3.1 (4.3)
σ_v	5.05 scarto comp. turbolenta vel. vento EN 1991-1-4 §4.4 (4.6)
ρ	1.25 densità aria (4.5 nota 2 e N.A.D.)
$l_v(z)$	0.19 EN 1991-1-4 cap. 4.4 (4.7)
$c_e(z)$	2.28 EN 1991-1-4 cap. 4.5 (4.9) => per deduzione
$q_p(z)$	1006.37 EN 1991-1-4 cap. 4.5 (4.9)
v^*_b	23.91 EN 1991-1-4 §8.1 (4) + NAD
$v^*_m(z)$	23.56 EN 1991-1-4 cap. 4.3.1 (4.3)
$l^*_v(z)$	0.21 EN 1991-1-4 cap. 4.4 (4.7)
$c_e^*(z)$	2.43 EN 1991-1-4 cap. 4.5 (4.9) => per deduzione
$q^*_p(z)$	867.18 EN 1991-1-4 cap. 4.5 (4.9)
Caratteristiche scatolare	
z	8.94 m massima quota della struttura
h	8.94 m-altezza della parete
d	9.56 m-dimensione della parte parallela al vento
b	35 m-dimensione della parte trasversale al vento
h/d	0.94

Per il calcolo del coefficiente di esposizione si fa riferimento alla tabella C3.3.I della circolare applicativa delle norme tecniche:

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Per entrambe le facce, sopravento e sottovento, è stato conservativamente applicato lo stesso coefficiente di esposizione globale in valore assoluto. Tale coefficiente è quello relativo alla faccia sopravento che per $h/d \leq 1$ vale:

$$c_{pe} = \pm(0.7 + 0.1 \cdot h/d) = 0.79 \rightarrow f_w = \pm 799 \text{ N/m}^2$$

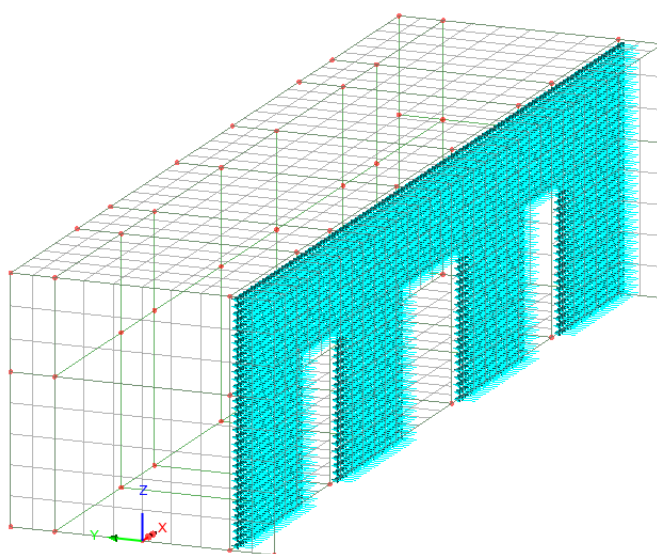


Figura 3-4 vento sulla faccia sopravento per vento spirante nella direzione y+

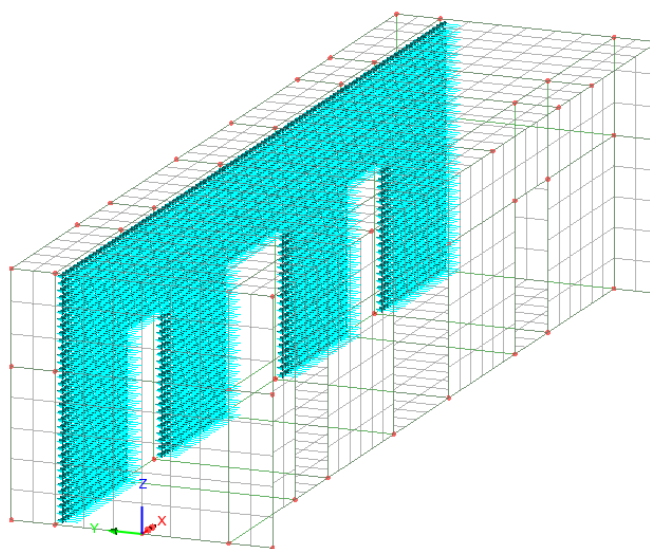


Figura 3-5 vento sulla faccia sottovento per vento spirante nella direzione y+

3.1.1.2 Azione variabili da traffico

Si seguono le disposizioni contenute in EN 1991-2 capp.4/5 / NTC2018 cap. 5.1.3.3.5.

Per le verifiche globali dell’impalcato, si considera lo Schema di Carico n.1 costituito da carichi concentrati su due assi in tandem (Q_{ik}), applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata di lato pari a 0.40m, e da carichi uniformemente distribuiti (q_{ik}), come mostrato in figura.

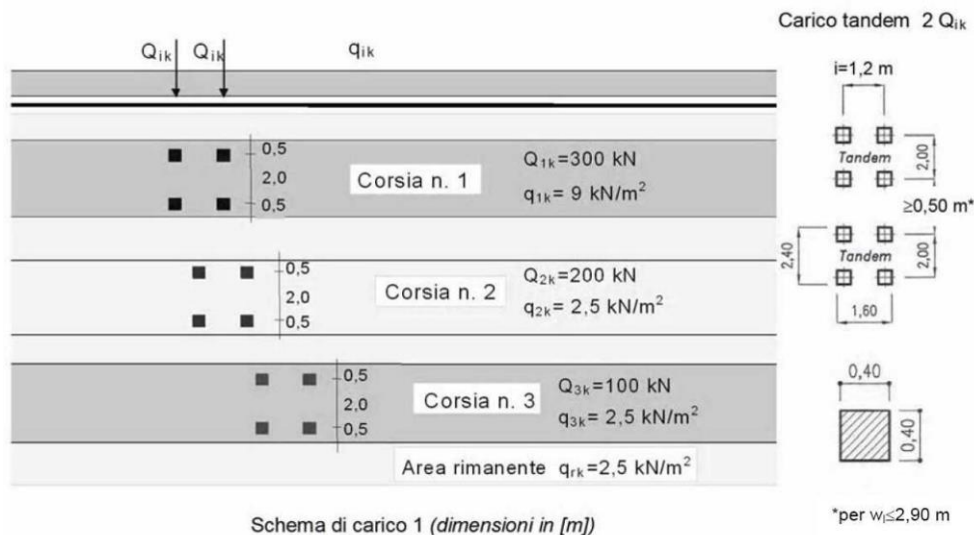


Figura 3-6 Schema di carico 1 (Fig.5.1.2 delle NTC2018)

Le intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie vengono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

Figura 3-7 Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie (Fig.5.1.2 delle NTC2018)

I carichi concentrati, detti anche “TS” (Tandem System), e i carichi distribuiti, detti anche “UDL” (Uniform Distributed Load), vengono fatti viaggiare lungo lo sviluppo longitudinale dello scatolare secondo opportune disposizioni trasversali al fine di massimizzare momenti flettenti e azioni taglianti.

Le seguenti immagini riportano alcune disposizioni trasversali di carico adottate nel modello di calcolo.

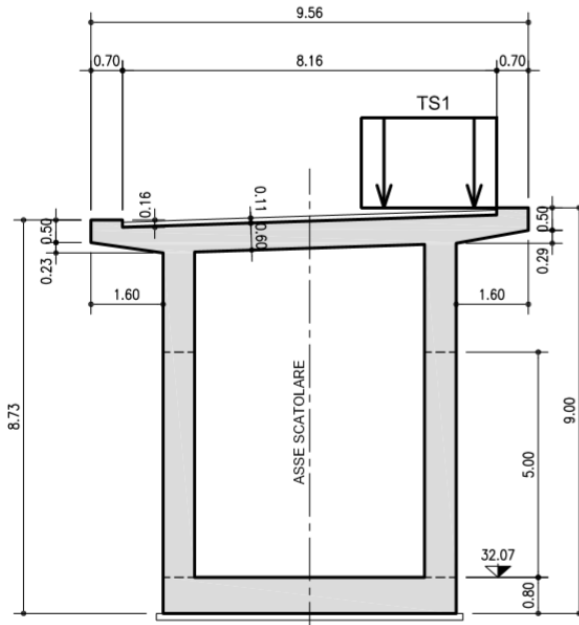


Figura 3-8 disposizione trasversale dei carichi (1)

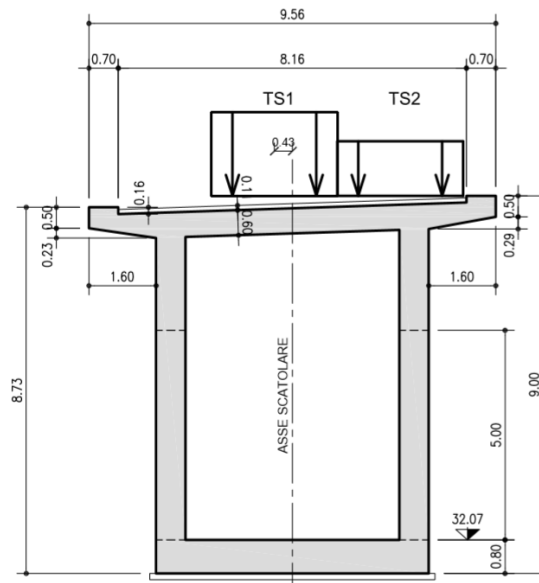


Figura 3-9 disposizione trasversale dei carichi (2)

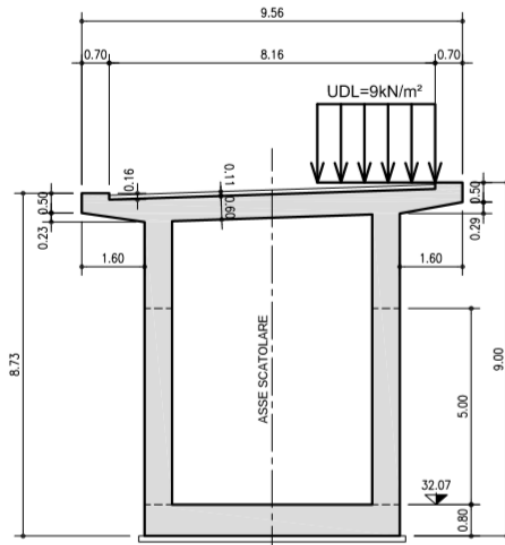


Figura 3-10 disposizione trasversale dei carichi (3)

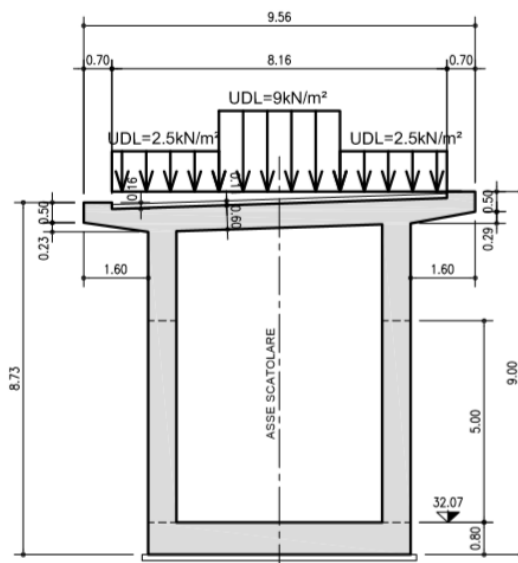


Figura 3-11 disposizione trasversale dei carichi tandem (4)

3.1.1.3 Spinta statica delle terre

Sulle spalle della struttura agiscono le pressioni orizzontali dovute alla spinta delle terre. Considerando l'angolo d'attrito $\phi = 35.0^\circ$ e coesione $c=0$ si ottiene un valore del coefficiente di spinta pari a:

Coefficiente di spinta a riposo	$k_0 =$	0.4264	[-]
Coefficiente di spinta attiva	$k_a =$	0.2710	[-]

Nel caso in esame, si è ipotizzato un regime di spinta a riposo (k_0) e dunque la massima pressione al piede delle spalle è pari a $p = 75.48 \text{ kN/m}^2$:

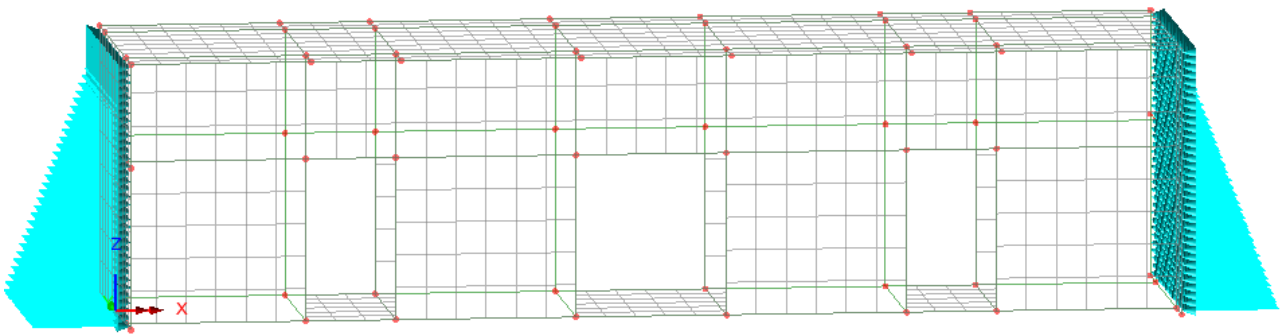


Figura 3-12 spinta statica delle terre

3.1.1.4 Sovraccarico accidentale

Il contributo dei carichi da traffico è tenuto in conto nelle combinazioni statiche come carico orizzontale uniformemente distribuito lungo lo sviluppo verticale dell'elemento. La pressione dovuta al carico accidentale è quindi:

$$p_i = Q_i \cdot k_{statico} = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

Dove Q_i è il carico accidentale assunto pari a 20 kN/m^2 :

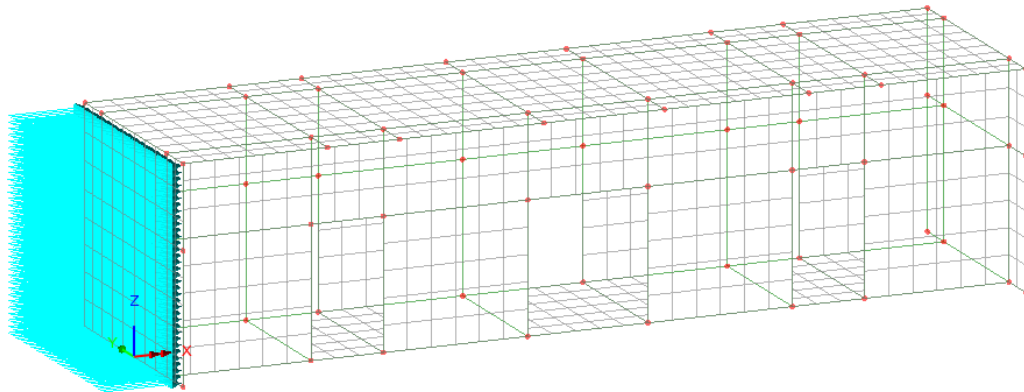


Figura 3-13 sovraccarico accidentale in direzione x+

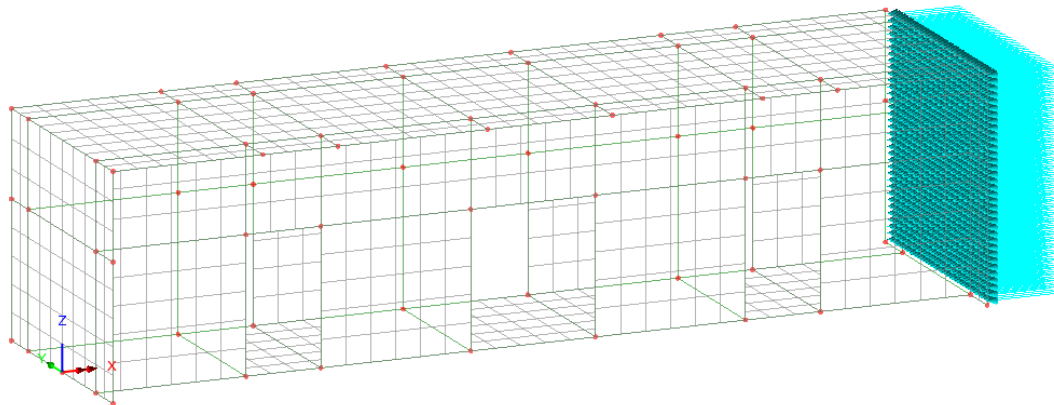


Figura 3-14 sovraccarico accidentale in direzione x-

3.1.1.5 Azione sismica

In base ai parametri sismici precedentemente dichiarati, si determina l'accelerazione orizzontale da applicare alla massa dell'opera in esame, che risulta pari a:

$$a_{max} = g \cdot a_g \cdot S = 2.876 \text{ m/s}^2$$

Tale accelerazione è applicata automaticamente dal software di calcolo alle varie masse strutturali secondo la loro reale distribuzione nelle due direzioni di azione del sisma:

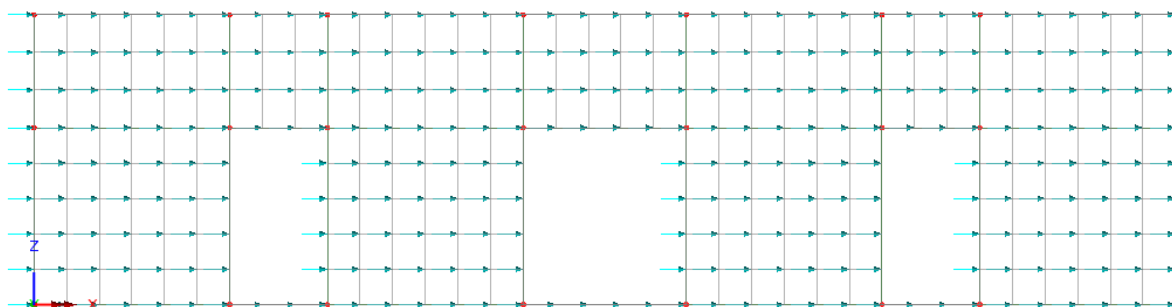


Figura 3-15 forze di inerzia in direzione x della struttura

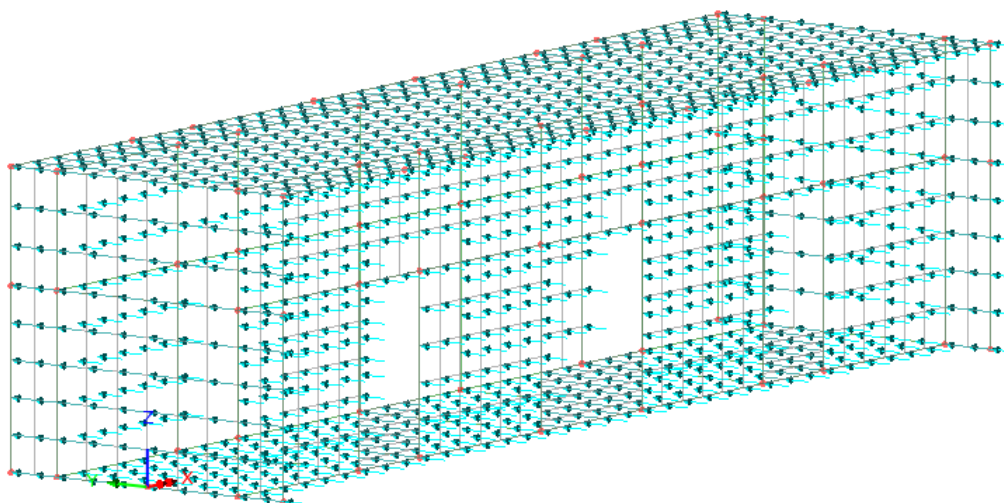


Figura 3-16 forze di inerzia in direzione y della struttura

3.1.1.6 Sovrappinta sismica del terreno

Il metodo di Wood fornisce la sovrappinta sismica del terreno su una parete interrata soggetta a deformazioni molto contenute, tali da poter assumere che il terreno si trovi in fase elastica sia in condizioni statiche, sia durante il sisma.

La sovrappinta sismica da assumere è data dall'espressione:

$$\Delta p = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H = 52 \text{ kN/m}^2$$

in cui γ rappresenta il peso specifico del terreno.

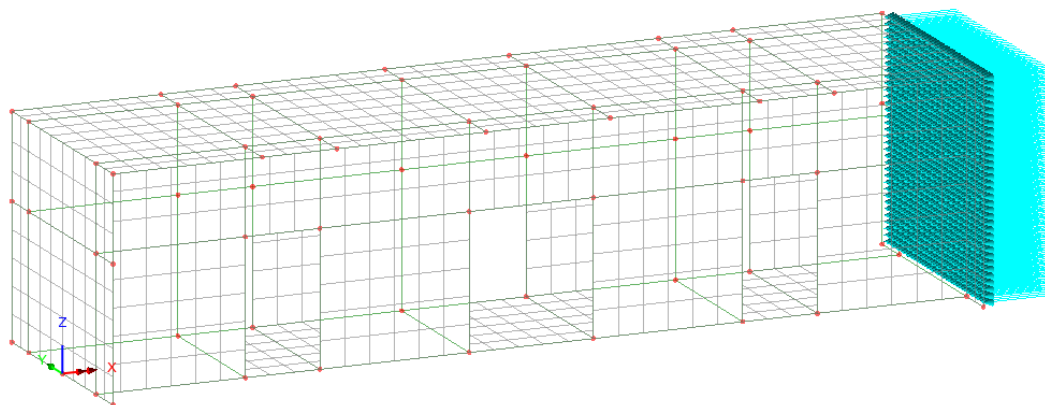


Figura 3-17 sovrappinta sismica in direzione x-

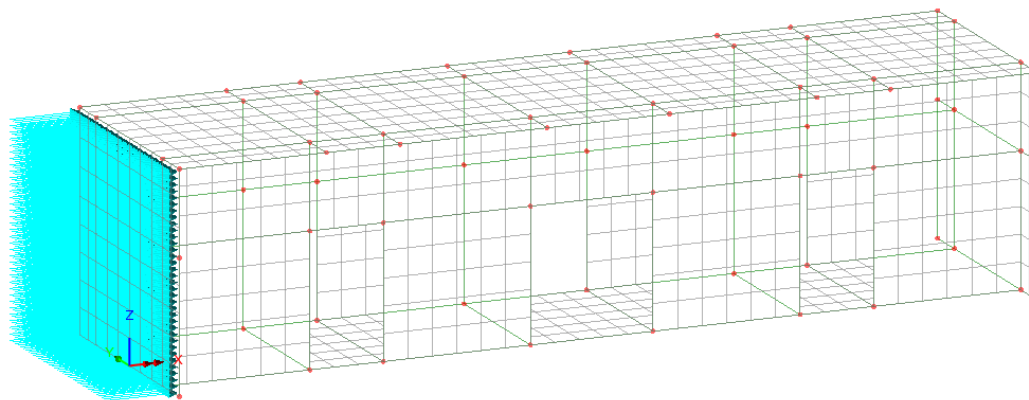


Figura 3-18 sovrappinta sismica in direzione x+

3.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (cap.2.5.3 delle NTC2018).

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

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

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

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

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

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

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

3.3 COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

I coefficienti parziali di sicurezza γ_G e γ_Q sono dati nelle tabelle 2.6.I e 5.1.V delle NTC2018.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Figura 3-19 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab.2.6.I delle NTC2018)

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qs}	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, 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 della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota 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

Figura 3-20 Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab.5.1.V delle NTC2018)

I valori dei coefficienti di combinazione ψ_0 , ψ_1 e ψ_2 sono riportati nelle tabelle 2.5.I e 5.1.VI delle NTC2018.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Figura 3-21 Valori dei coefficienti di combinazione (Tab.2.5.I delle NTC2018)

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Figura 3-22 Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali (Tab.5.1.VI delle NTC2018) Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali (Tab.5.1.VI delle NTC2018)

4 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano di seguito i diagrammi delle principali sollecitazioni relative alle varie combinazioni di verifica considerate. La convenzione adottata dal software di calcolo per le sollecitazioni interne è di seguito esplicitata:

Stress Resultant

Membrane stress (+ve) Direct tension
 (-ve) Direct compression

(+ve) In-plane shear into xy quadrant
 (-ve) In-plane shear into xy quadrant

Flexural stress (+ve) Hogging moment (producing +ve stresses on the element top surface)
 (-ve) Sagging moment (producing -ve stresses on the element top surface)

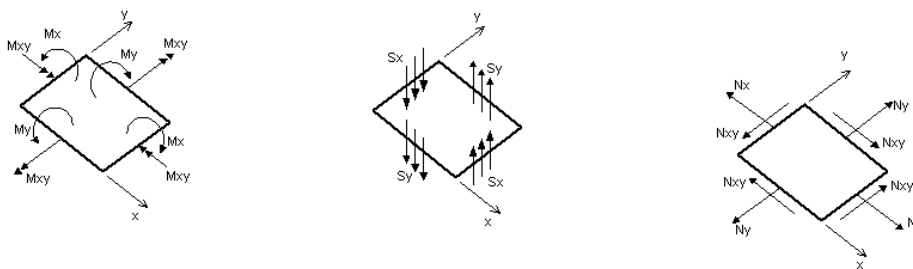


Figura 4-1 convenzione sollecitazioni secondo il software Lusas

4.1 SETTI LONGITUDINALI

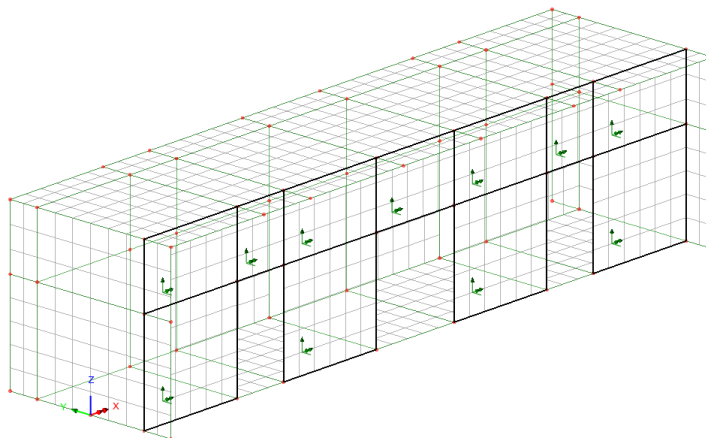
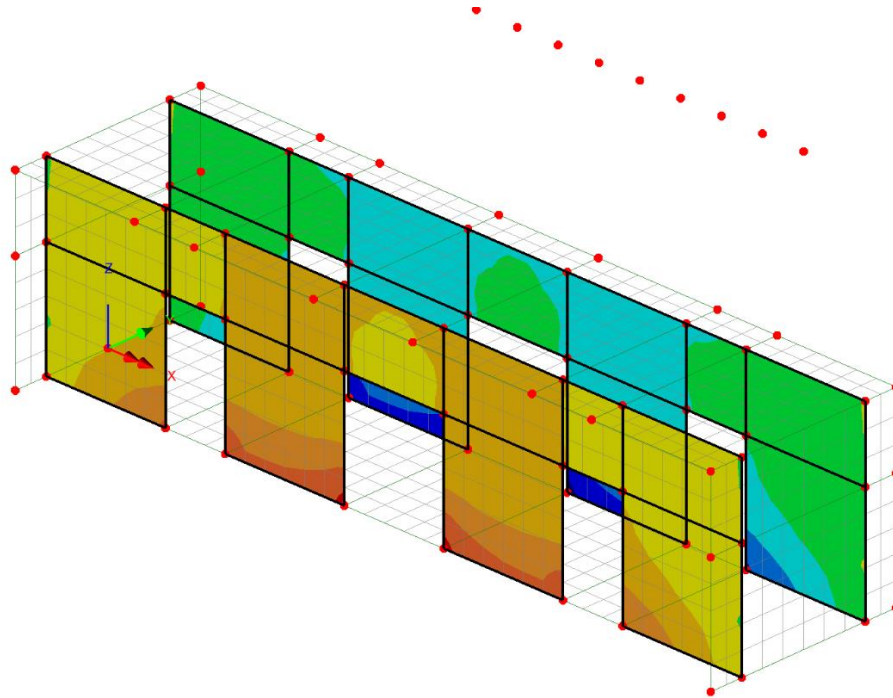
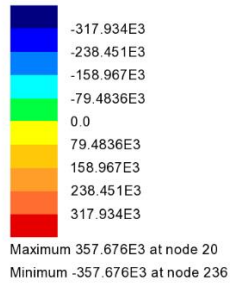


Tabella 4-1 orientamento assi locali

4.1.1 Combinazione SLU/SLV

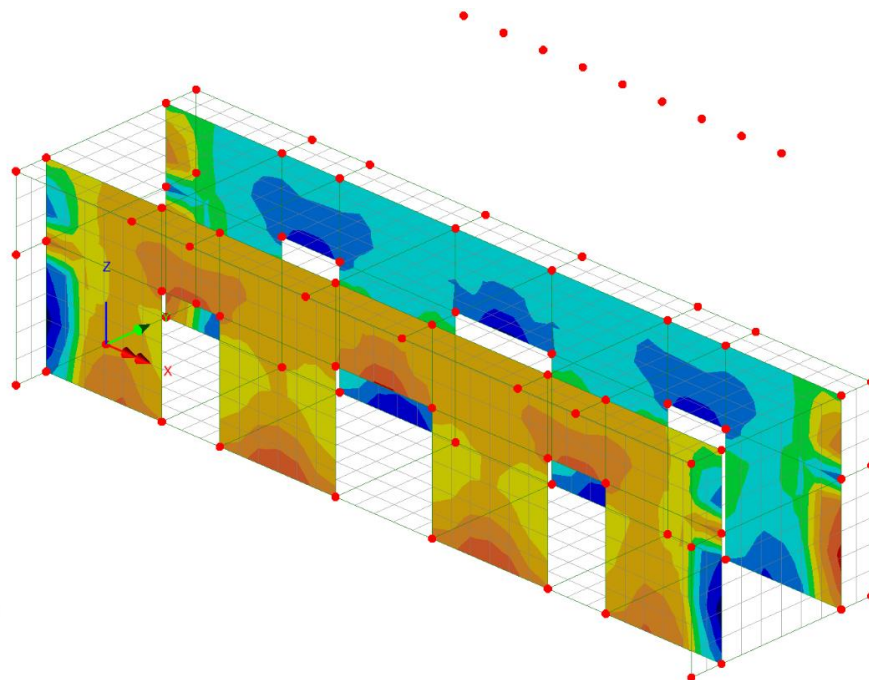
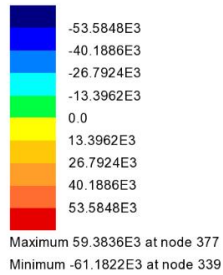
Combining on: My
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.626433, -0.641204, 0.443215)
 Combining on: My
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 79.4836E3
 Contour maximum 357.676E3 at node 20
 Contour minimum -357.676E3 at node 236

Figura 4-2 My in combinazione SLU/SLV

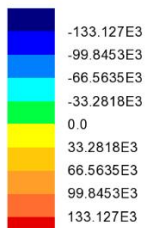
Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



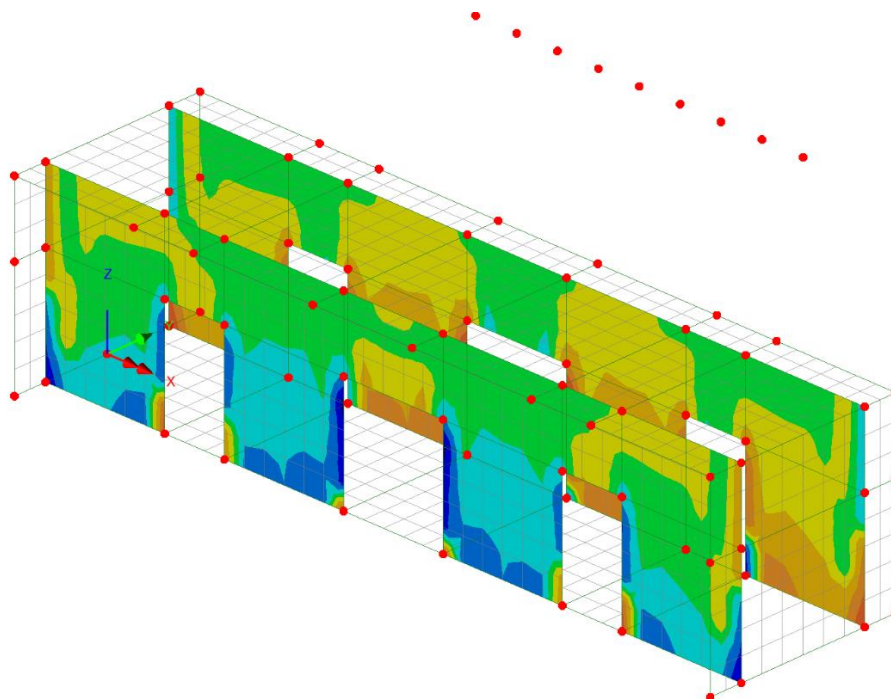
Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.626433, -0.641204, 0.443215)
 Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 13.3962E3
 Contour maximum 59.3836E3 at node 377
 Contour minimum -61.1822E3 at node 339

Figura 4-3 Mx in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)



Maximum 149.768E3 at node 538
 Minimum -149.768E3 at node 500

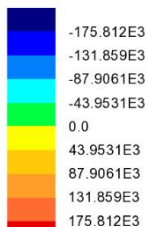


Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.626433, -0.641204, 0.443215)
 Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV (Max)

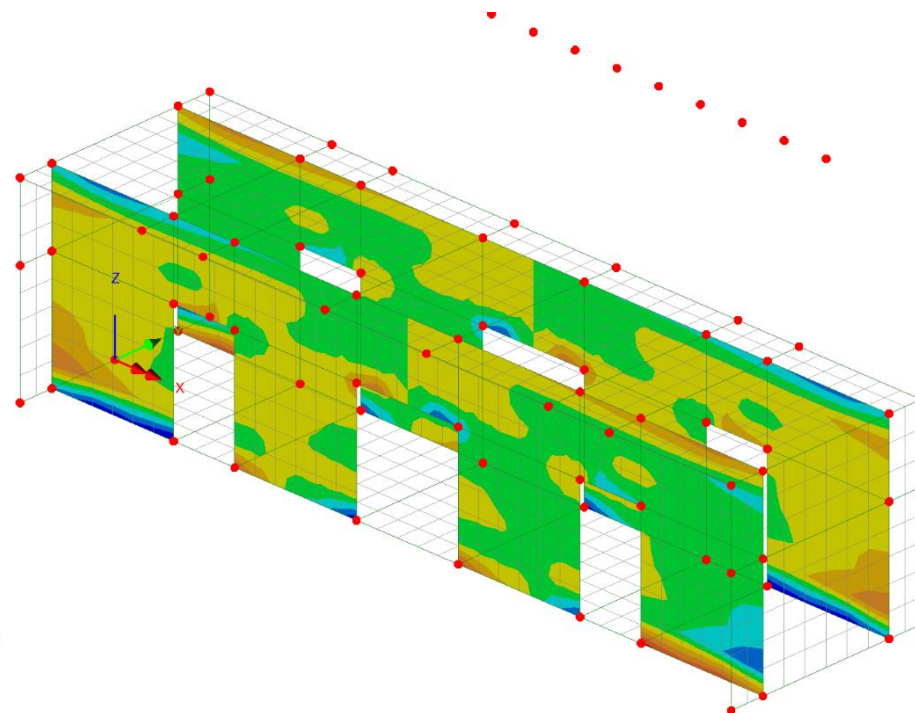
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 33.2818E3
 Contour maximum 149.768E3 at node 538
 Contour minimum -149.768E3 at node 500

Figura 4-4 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



Maximum 197.789E3 at node 34
 Minimum -197.789E3 at node 11



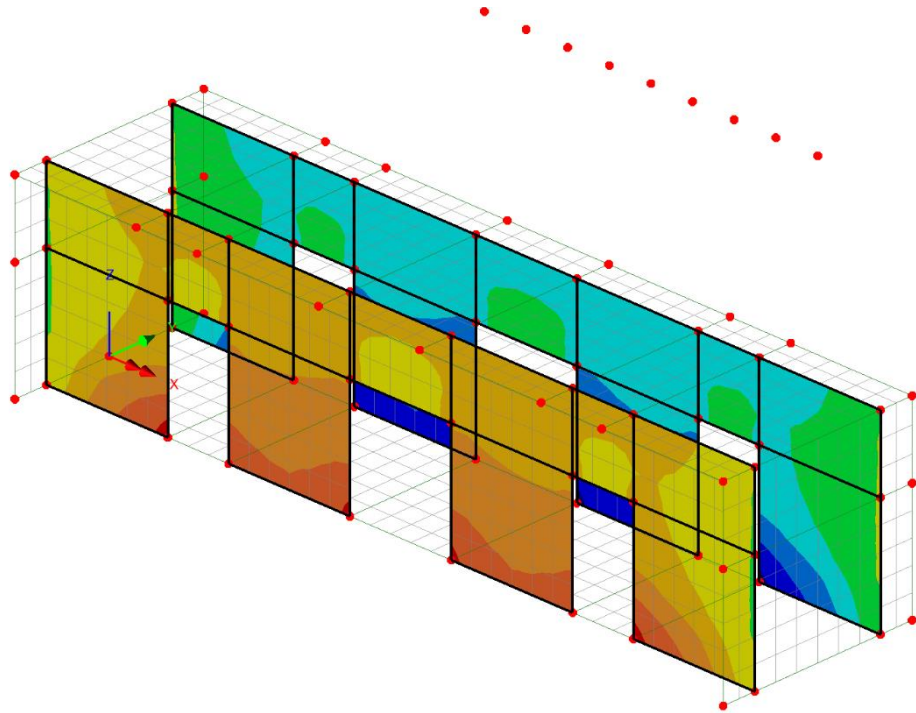
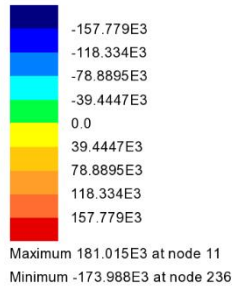
Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.626433, -0.641204, 0.443215)
 Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 43.9531E3
 Contour maximum 197.789E3 at node 34
 Contour minimum -197.789E3 at node 11

Figura 4-5 Sx in combinazione SLU/SLV

4.1.2 Combinazione SLE Rara

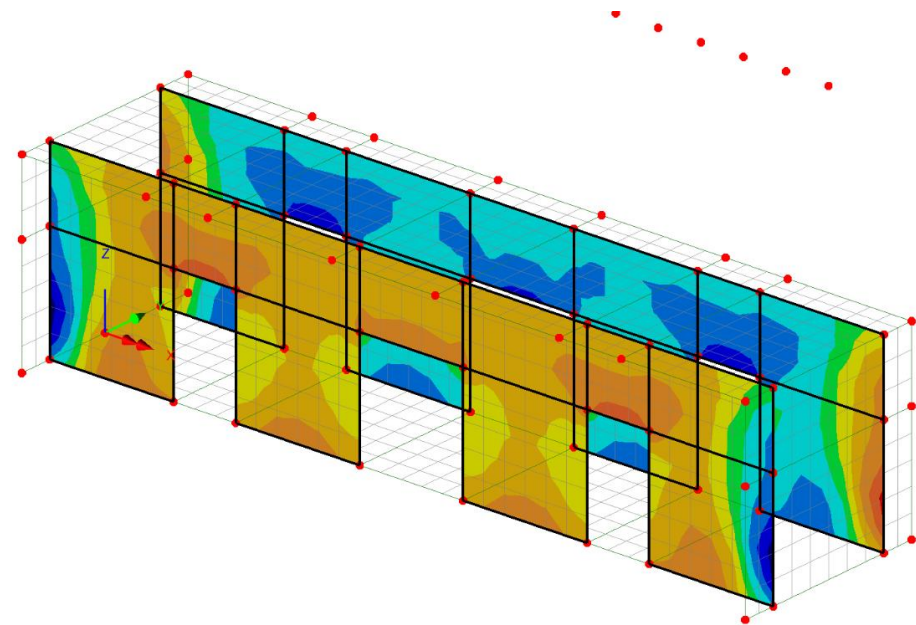
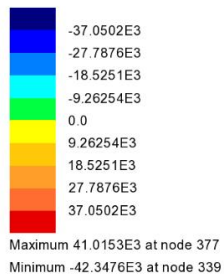
Combining on: My
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.626433, -0.641204, 0.443215)
 Combining on: My
 SLE Rara (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 39.4447E3
 Contour maximum 181.015E3 at node 11
 Contour minimum -173.988E3 at node 236

Figura 4-6 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

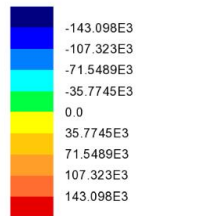


Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE Rara (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 9.26254E3
 Contour maximum 41.0153E3 at node 377
 Contour minimum -42.3476E3 at node 339

Figura 4-7 Mx in combinazione SLE Rara

4.1.3 Combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 163.477E3 at node 11
 Minimum -158.493E3 at node 227

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE frequente (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 35.7745E3
 Contour maximum 163.477E3 at node 11
 Contour minimum -158.493E3 at node 227

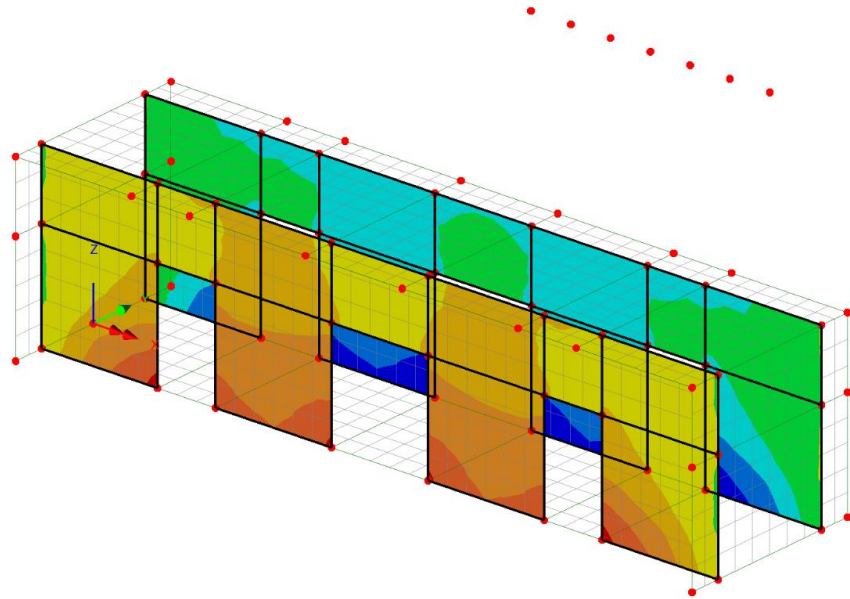
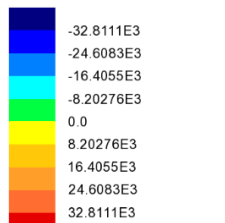


Figura 4-8 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 36.4128E3 at node 377
 Minimum -37.4121E3 at node 339

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 8.20276E3
 Contour maximum 36.4128E3 at node 377
 Contour minimum -37.4121E3 at node 339

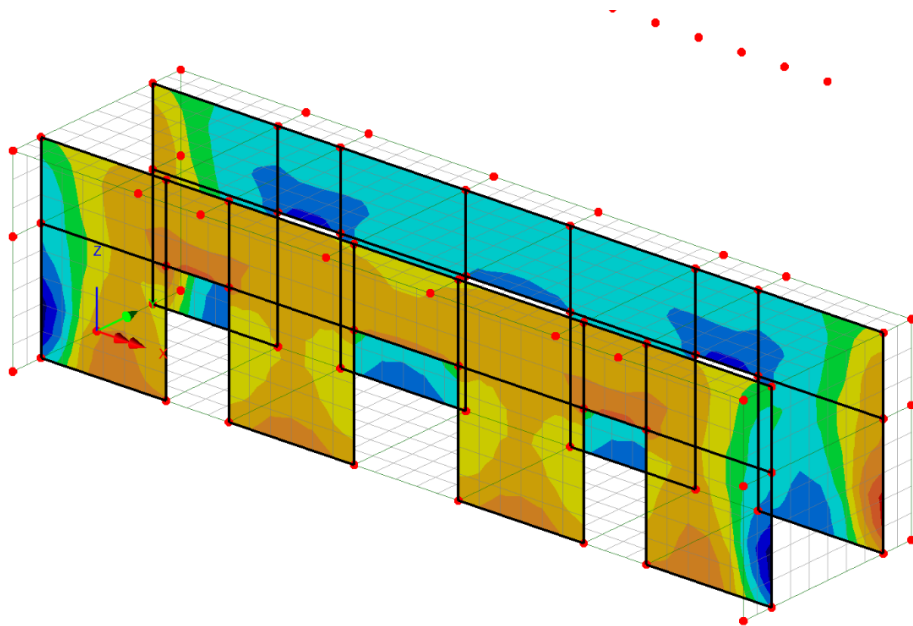
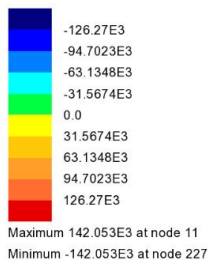


Figura 4-9 Mx in combinazione SLE frequente

4.1.4 Combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE QP (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 31.5674E3
 Contour maximum 142.053E3 at node 11
 Contour minimum -142.053E3 at node 227

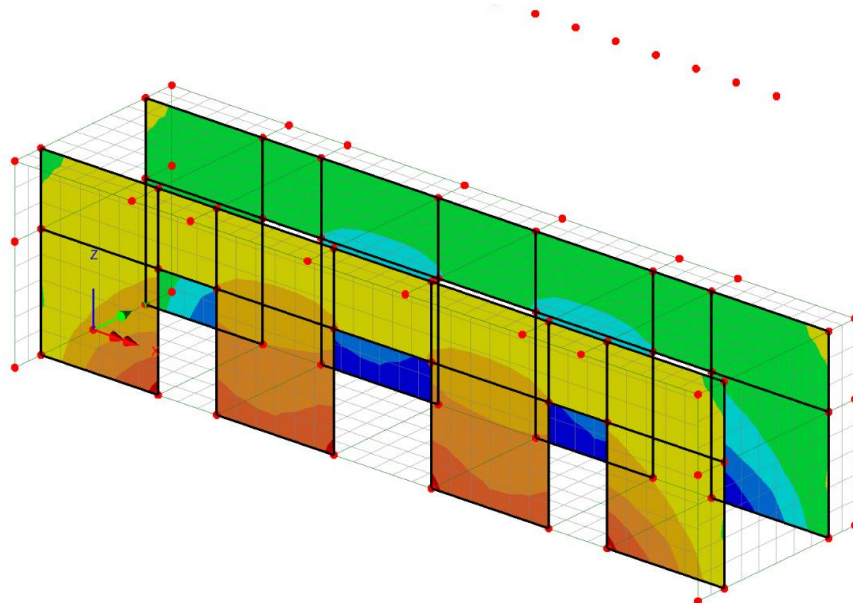
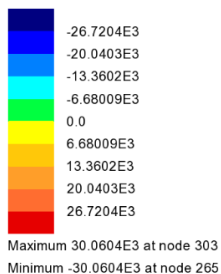


Figura 4-10 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.68009E3
 Contour maximum 30.0604E3 at node 303
 Contour minimum -30.0604E3 at node 265

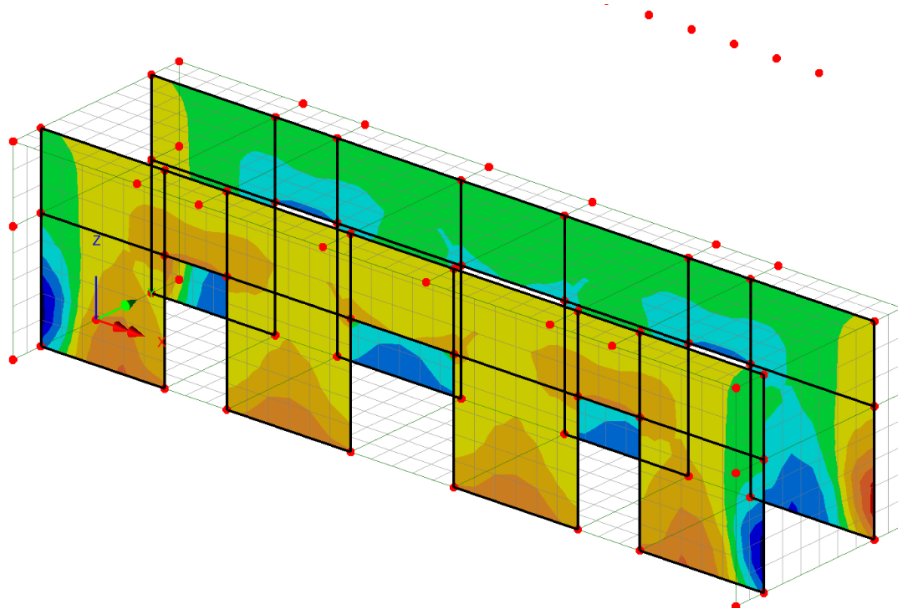


Figura 4-11 Mx in combinazione SLE QP

4.2 SOLETTA SUPERIORE

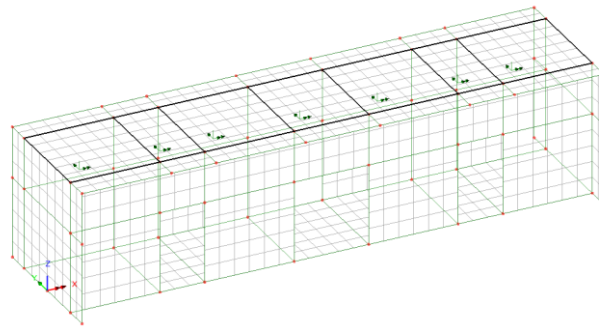


Tabella 4-2 orientamento assi locali

4.2.1 Combinazione SLU/SLV

Combining on: My
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

Blue	-176.306E3
Dark Blue	-146.921E3
Light Blue	-117.537E3
Cyan	-88.1529E3
Green	-58.7686E3
Yellow	-29.3843E3
Orange	0.0
Red	29.3843E3
Dark Red	58.7686E3

Maximum 74.7465E3 at node 903
 Minimum -189.712E3 at node 1023

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 29.3843E3
 Contour maximum 74.7465E3 at node 903
 Contour minimum -189.712E3 at node 1023

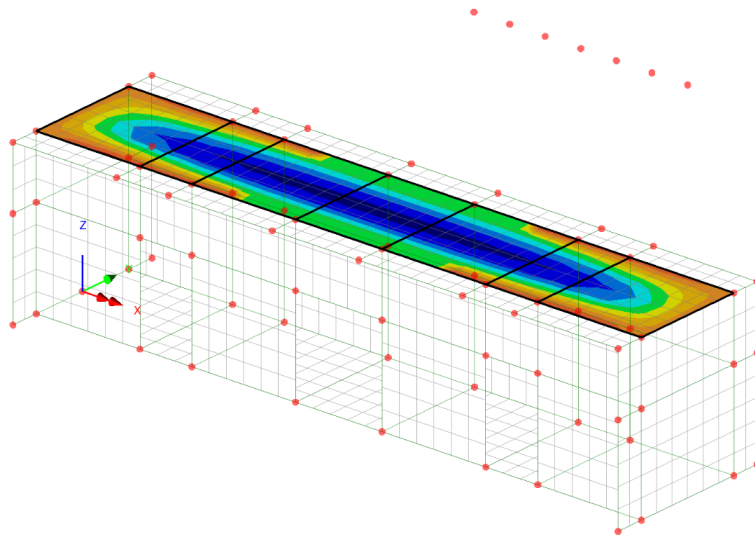


Figura 4-12 My in combinazione SLU/SLV

Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

Blue	-85.9459E3
Dark Blue	-64.4594E3
Light Blue	-42.973E3
Cyan	-21.4865E3
Green	0.0
Yellow	21.4865E3
Orange	42.973E3
Red	64.4594E3
Dark Red	85.9459E3

Maximum 100.675E3 at node 1007
 Minimum -92.7029E3 at node 1011

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 21.4865E3
 Contour maximum 100.675E3 at node 1007
 Contour minimum -92.7029E3 at node 1011

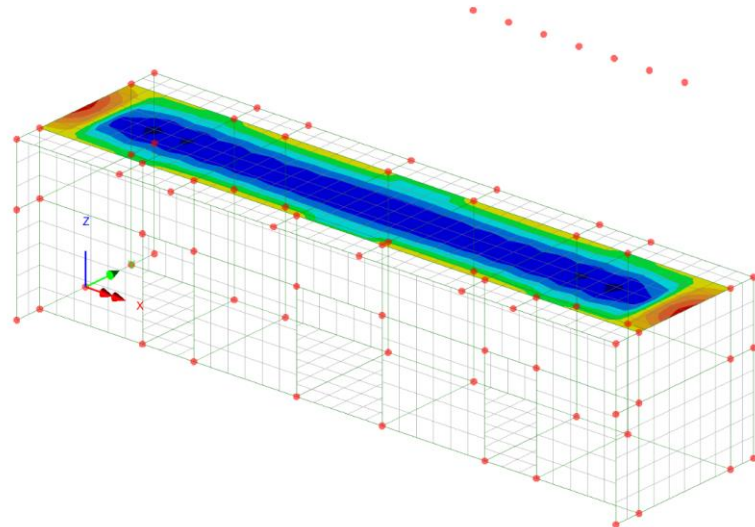
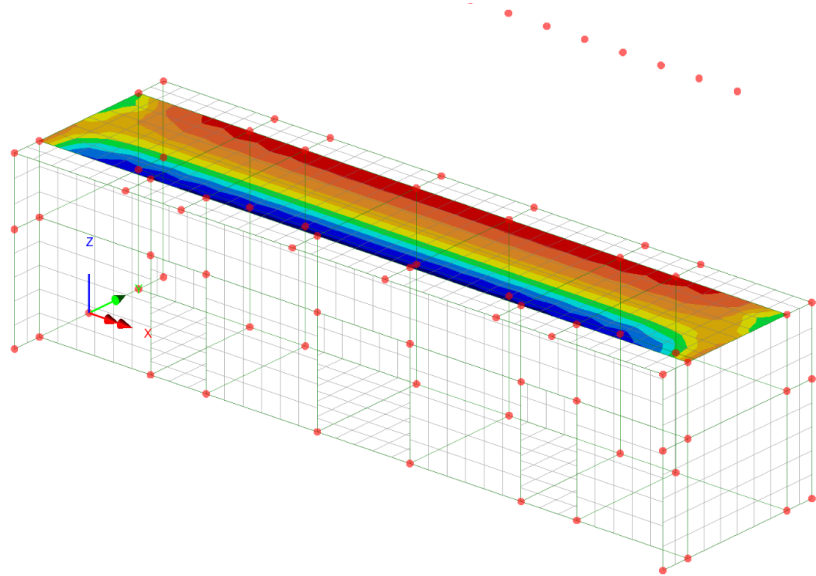
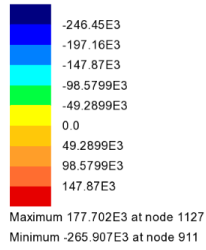


Figura 4-13 Mx in combinazione SLU/SLV

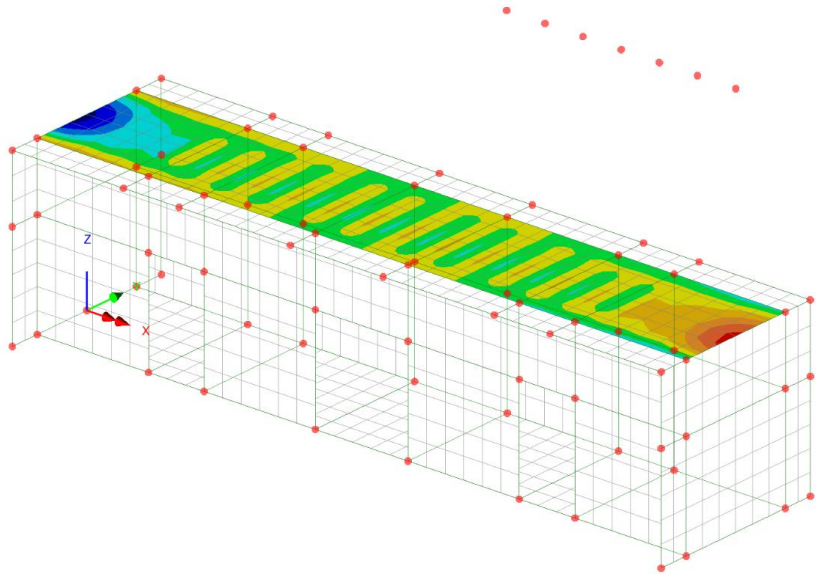
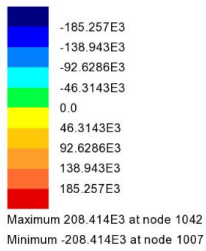
Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 49.2899E3
 Contour maximum 177.702E3 at node 1127
 Contour minimum -265.907E3 at node 911

Figura 4-14 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)

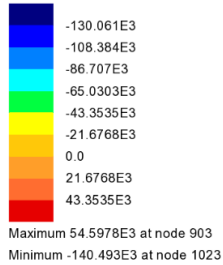


Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 46.3143E3
 Contour maximum 208.414E3 at node 1042
 Contour minimum -208.414E3 at node 1007

Figura 4-15 Sx in combinazione SLU/SLV

4.2.2 Combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE Rara (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 21.6768E3
 Contour maximum 54.5978E3 at node 903
 Contour minimum -140.493E3 at node 1023

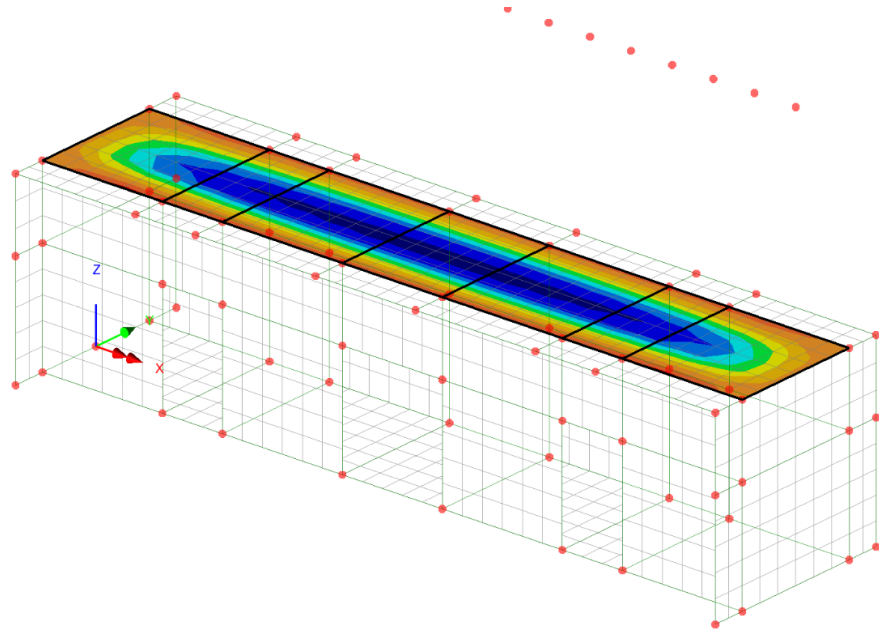
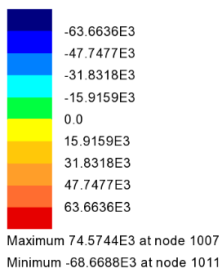


Figura 4-16 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE Rara (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 15.9159E3
 Contour maximum 74.5744E3 at node 1007
 Contour minimum -68.6688E3 at node 1011

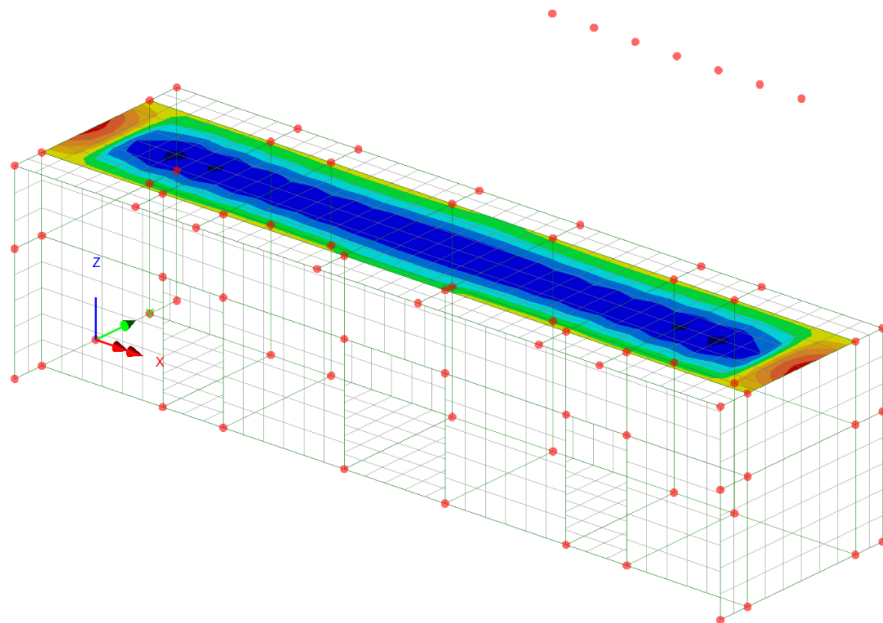


Figura 4-17 Mx in combinazione SLE Rara

4.2.3 Combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

Blue	-102.115E3
Dark Blue	-85.0956E3
Cyan	-68.0765E3
Light Blue	-51.0574E3
Green	-34.0383E3
Yellow	-17.0191E3
Orange	0.0
Red	17.0191E3
Dark Red	34.0383E3

Maximum 40.1164E3 at node 903
 Minimum -113.056E3 at node 1023

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: My
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 17.0191E3
 Contour maximum 40.1164E3 at node 903
 Contour minimum -113.056E3 at node 1023

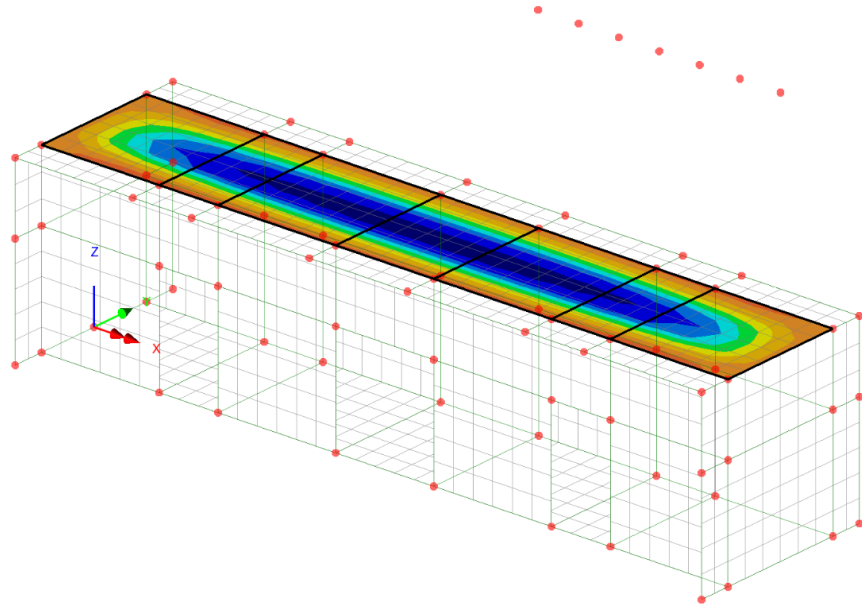


Figura 4-18 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

Blue	-51.6021E3
Dark Blue	-38.7016E3
Cyan	-25.8011E3
Light Blue	-12.9005E3
Green	0.0
Yellow	12.9005E3
Orange	25.8011E3
Red	38.7016E3
Dark Red	51.6021E3

Maximum 63.1536E3 at node 1007
 Minimum -52.9511E3 at node 1011

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: Mx
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 12.9005E3
 Contour maximum 63.1536E3 at node 1007
 Contour minimum -52.9511E3 at node 1011

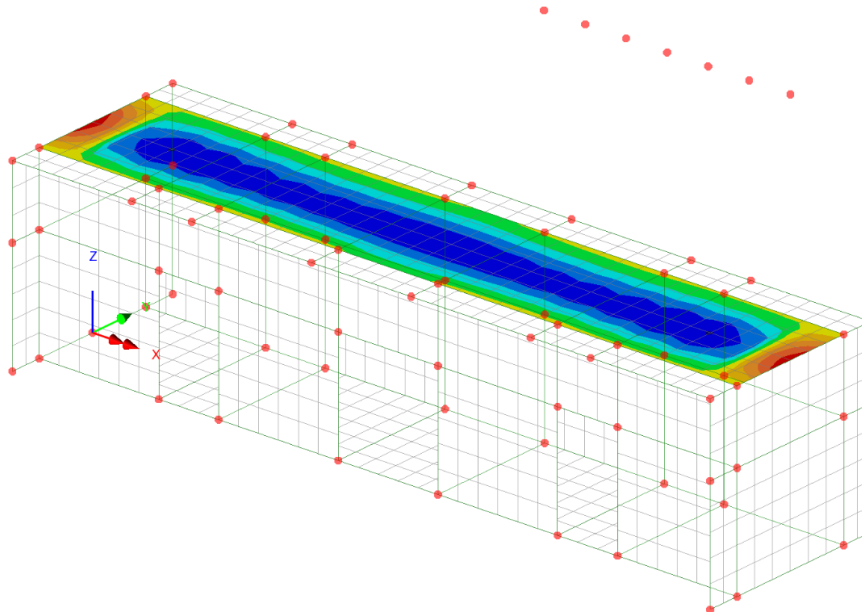


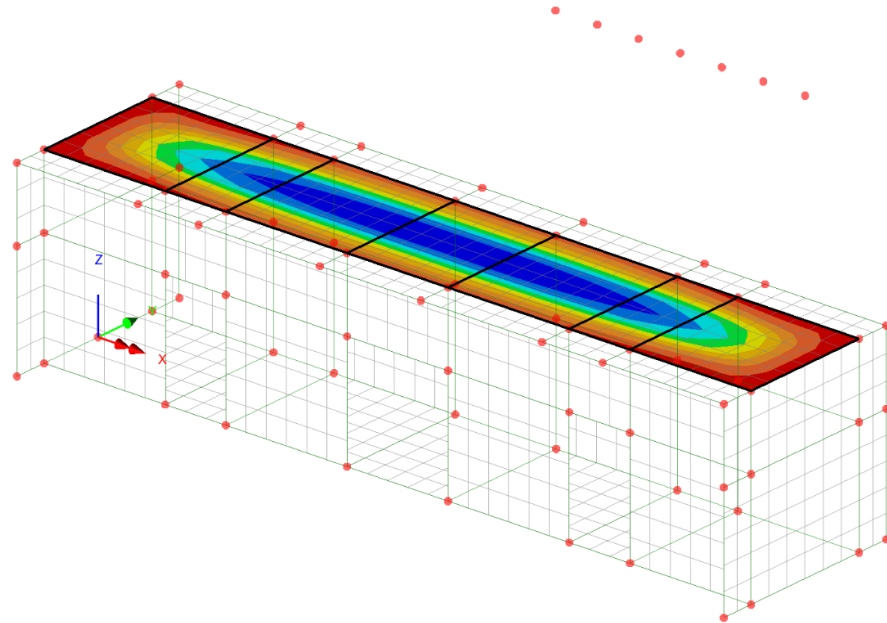
Figura 4-19 Mx in combinazione SLE frequente

4.2.4 Combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 7.31715E3 at node 903
 Minimum -60.4861E3 at node 1022



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE QP (Max)

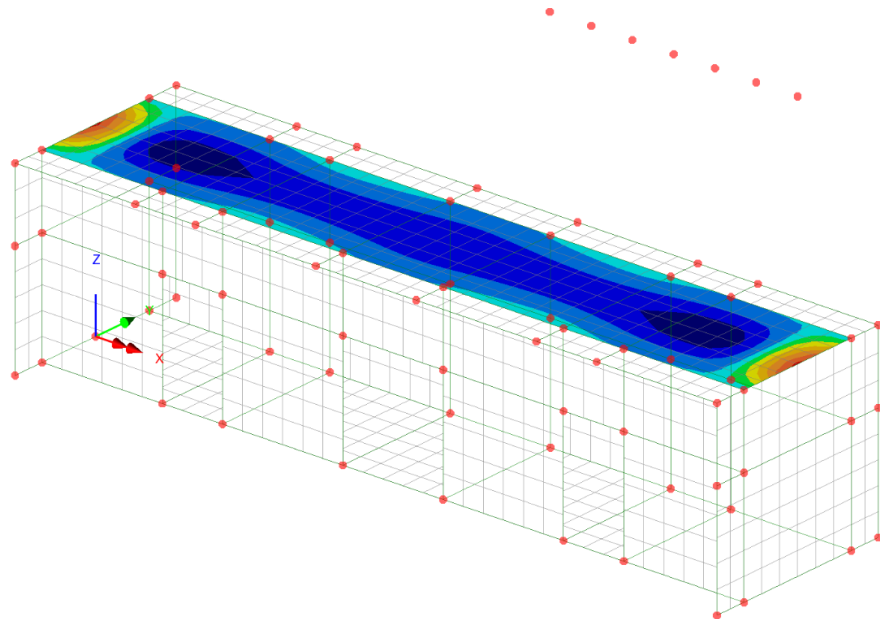
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 7.53369E3
 Contour maximum 7.31715E3 at node 903
 Contour minimum -60.4861E3 at node 1022

Figura 4-20 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 40.1383E3 at node 1007
 Minimum -16.1626E3 at node 1011



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.25566E3
 Contour maximum 40.1383E3 at node 1007
 Contour minimum -16.1626E3 at node 1011

Figura 4-21 Mx in combinazione SLE QP

4.3 SOLETTA INFERIORE

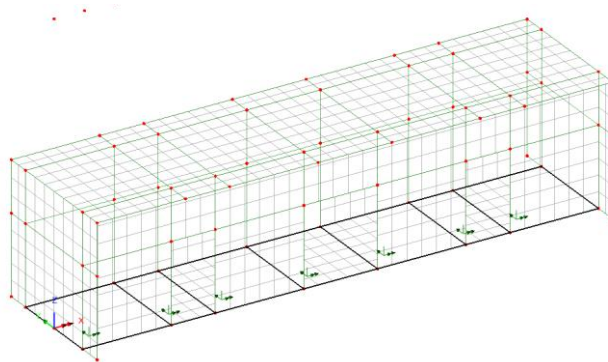
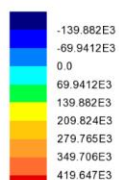


Figura 4-22 orientamento assi locali

4.3.1 Combinazione SLU/SLV

Combining on: My
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 439.85E3 at node 127
 Minimum -189.621E3 at node 19

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: My
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 69.9412E3
 Contour maximum 439.85E3 at node 127
 Contour minimum -189.621E3 at node 19

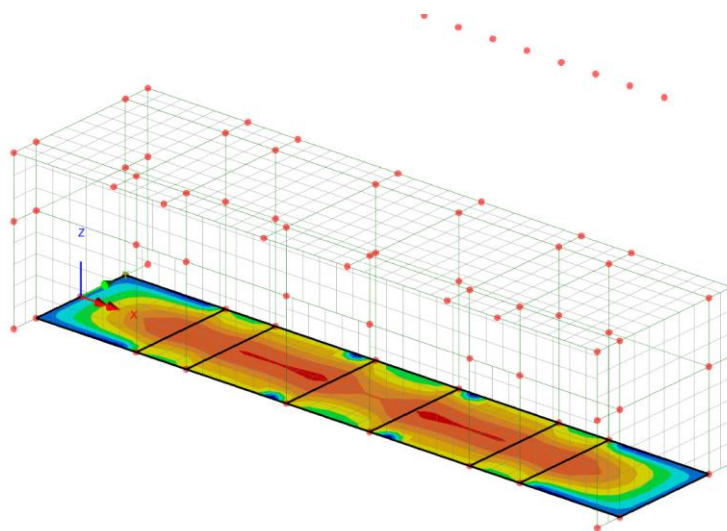


Figura 4-23 My in combinazione SLU/SLV

Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 331.747E3 at node 22
 Minimum -198.266E3 at node 113

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 58.8904E3
 Contour maximum 331.747E3 at node 22
 Contour minimum -198.266E3 at node 113

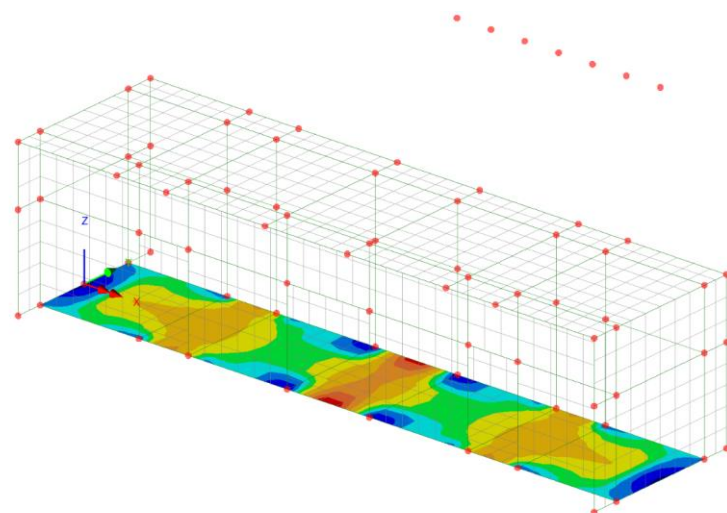
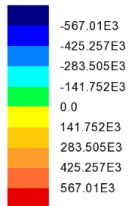


Figura 4-24 Mx in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)



Maximum 667.883E3 at node 20
 Minimum -607.89E3 at node 236

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 141.752E3
 Contour maximum 667.883E3 at node 20
 Contour minimum -607.89E3 at node 236

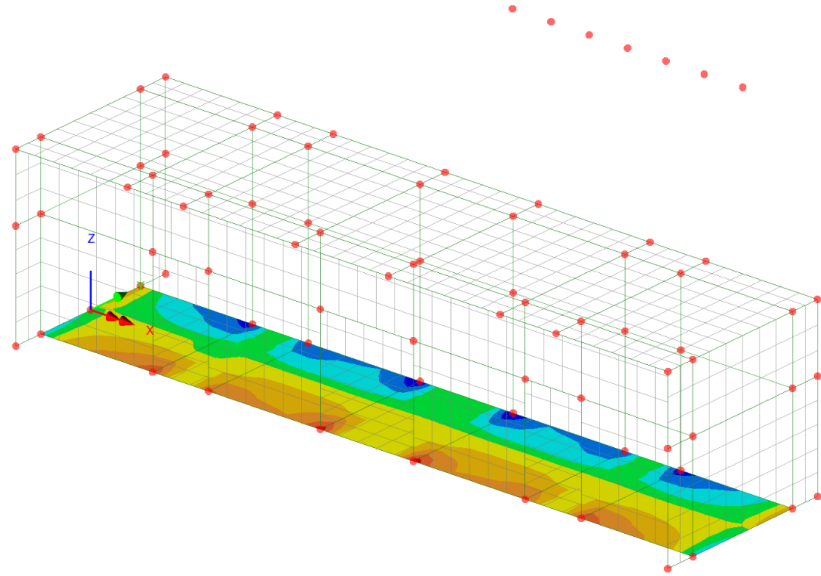
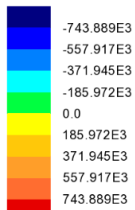


Figura 4-25 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



Maximum 836.875E3 at node 21
 Minimum -836.875E3 at node 24

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV (Max)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 185.972E3
 Contour maximum 836.875E3 at node 21
 Contour minimum -836.875E3 at node 24

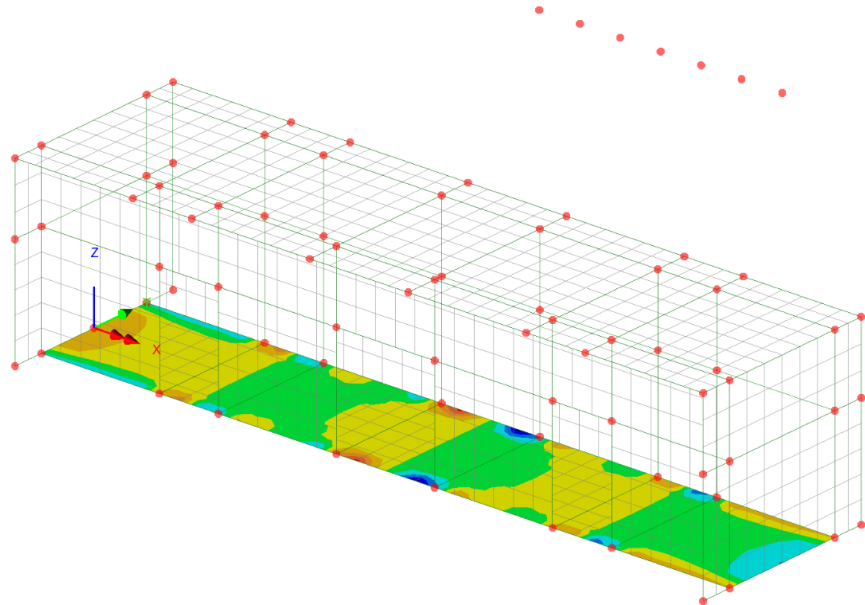


Figura 4-26 Sx in combinazione SLU/SLV

4.3.2 Combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 325.251E3 at node 127
 Minimum -29.0623E3 at node 226

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE Rara (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 39.3682E3
 Contour maximum 325.251E3 at node 127
 Contour minimum -29.0623E3 at node 226

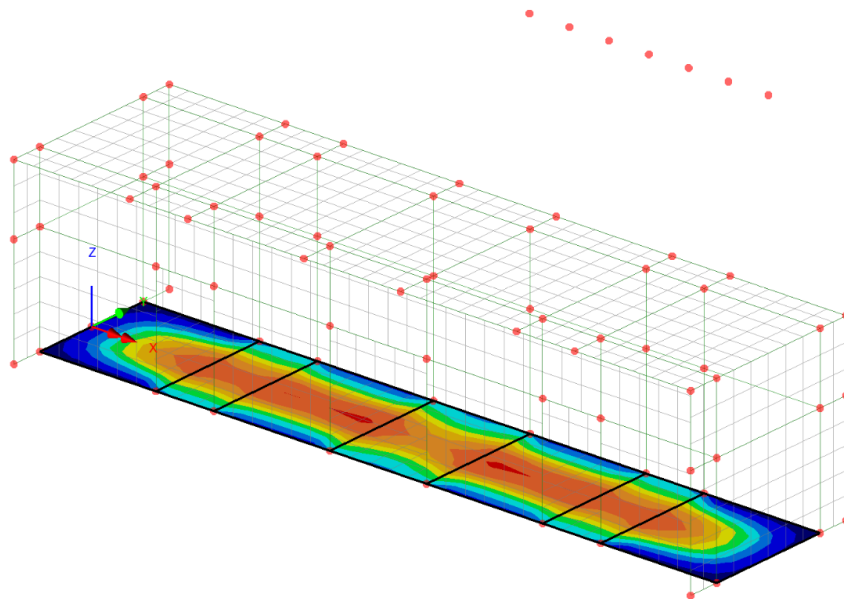
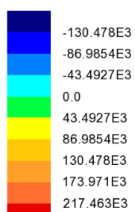


Figura 4-27 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 244.57E3 at node 22
 Minimum -146.864E3 at node 113

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE Rara (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 43.4927E3
 Contour maximum 244.57E3 at node 22
 Contour minimum -146.864E3 at node 113

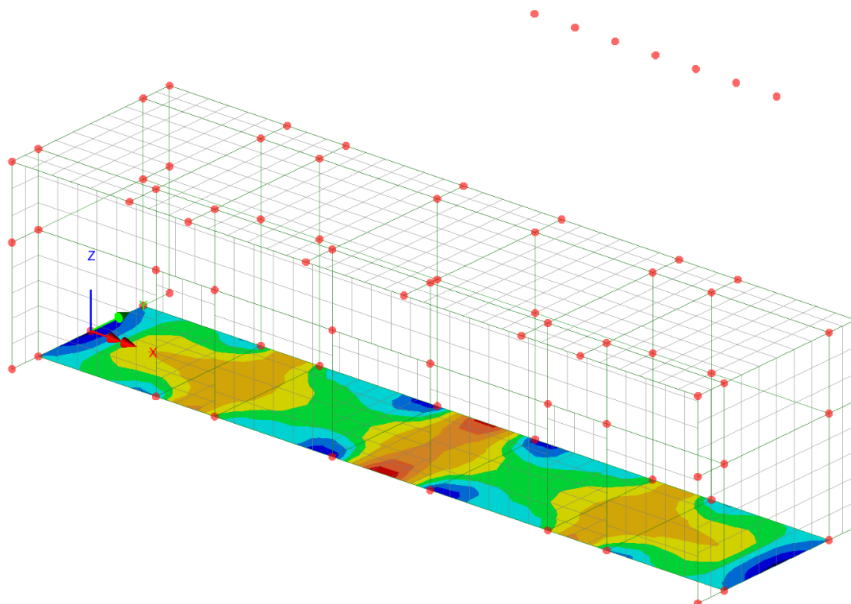
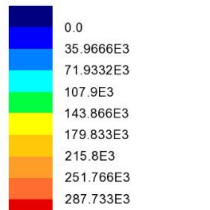


Figura 4-28 Mx in combinazione SLE Rara

4.3.3 Combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 303.151E3 at node 127
 Minimum -20.548E3 at node 225

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 35.9666E3
 Contour maximum 303.151E3 at node 127
 Contour minimum -20.548E3 at node 225

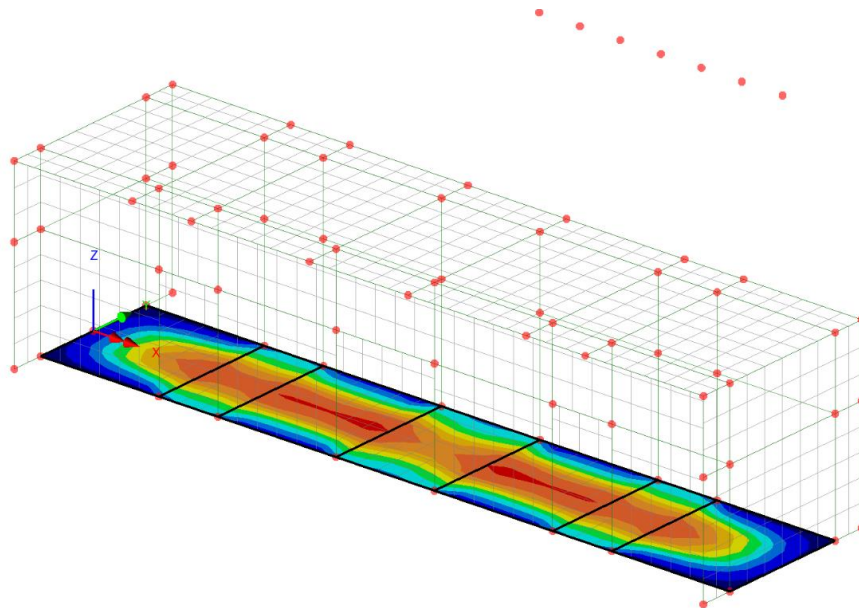
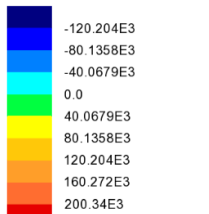


Figura 4-29 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 220.241E3 at node 22
 Minimum -140.37E3 at node 113

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 40.0679E3
 Contour maximum 220.241E3 at node 22
 Contour minimum -140.37E3 at node 113

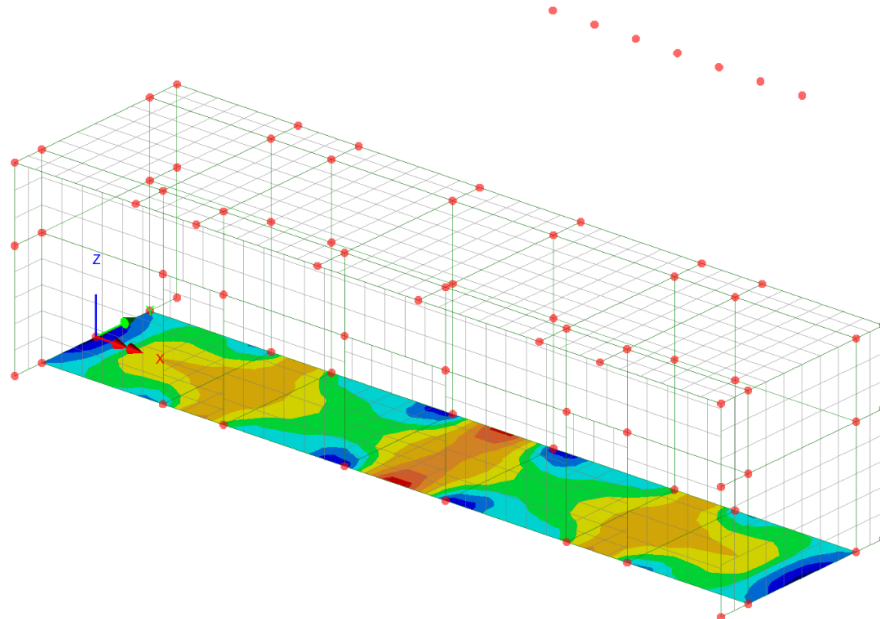
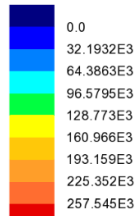


Figura 4-30 Mx in combinazione SLE frequente

4.3.4 Combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 273.096E3 at node 127
 Minimum -16.6423E3 at node 9

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: My
 SLE QP (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 32.1932E3
 Contour maximum 273.096E3 at node 127
 Contour minimum -16.6423E3 at node 9

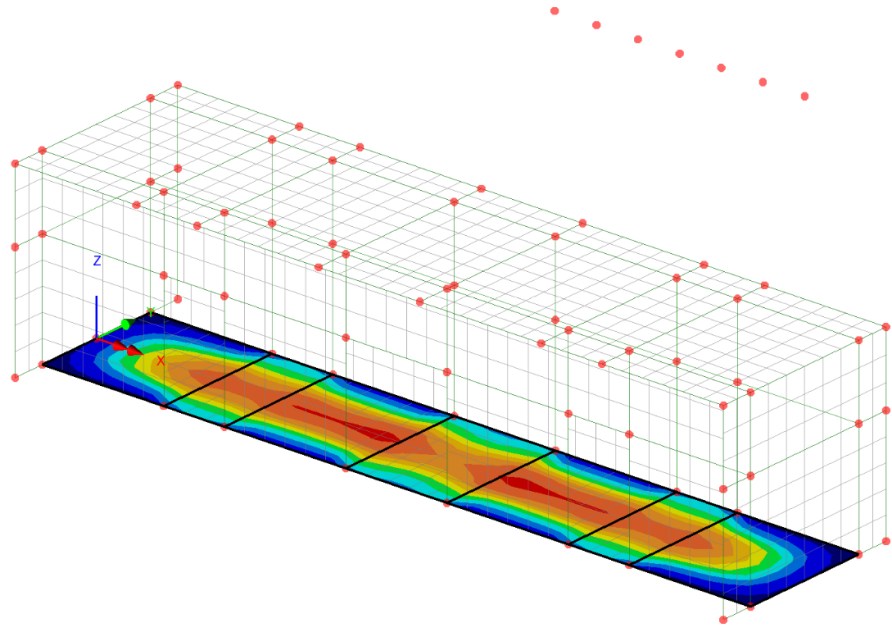
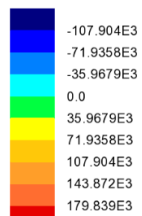


Figura 4-31 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 194.442E3 at node 22
 Minimum -129.269E3 at node 113

Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 16.3729
 Eye: (0.588443, -0.699447, 0.405596)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 35.9679E3
 Contour maximum 194.442E3 at node 22
 Contour minimum -129.269E3 at node 113

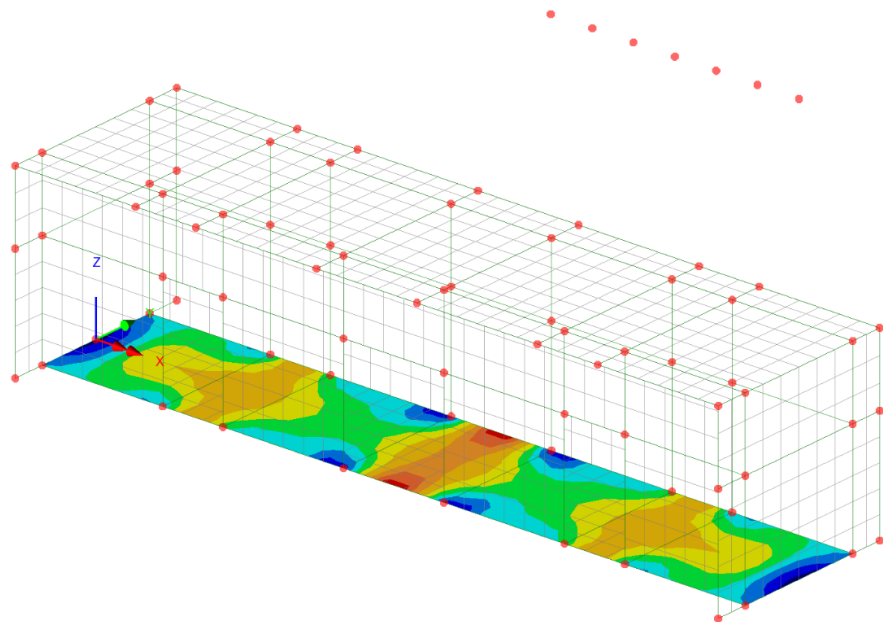


Figura 4-32 Mx in combinazione SLE QP

4.4 SPALLE

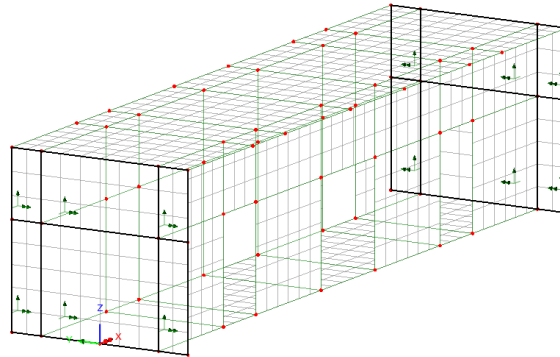


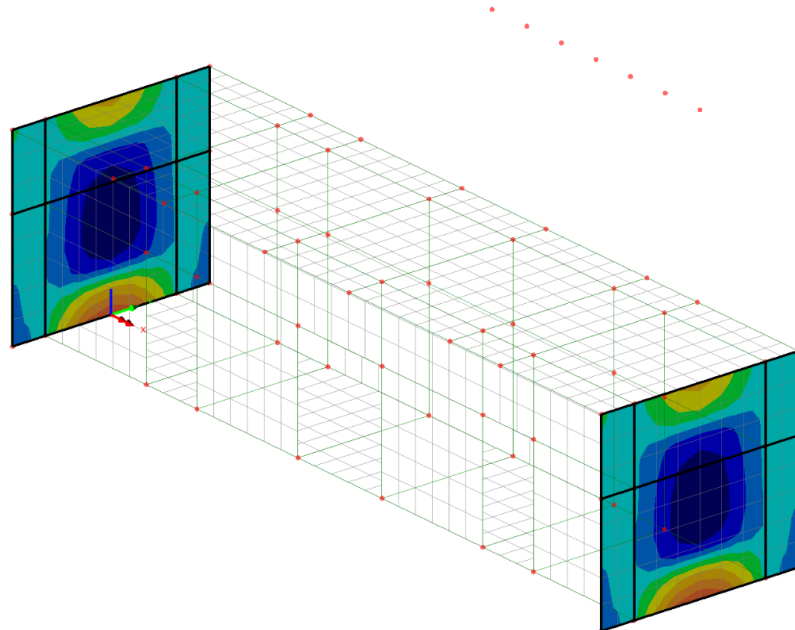
Figura 4-33 orientamento assi locali

4.4.1 Combinazione SLU/SLV

Combining on: My
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

Blue	-73.6421E3
Dark Blue	-36.821E3
Light Blue	0.0
Cyan	36.821E3
Green	73.6421E3
Yellow	110.463E3
Orange	147.284E3
Red-Orange	184.105E3
Red	220.926E3

Maximum 224.382E3 at node 113
 Minimum -107.007E3 at node 519



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: My
 ENV SLU_SLV (Max)

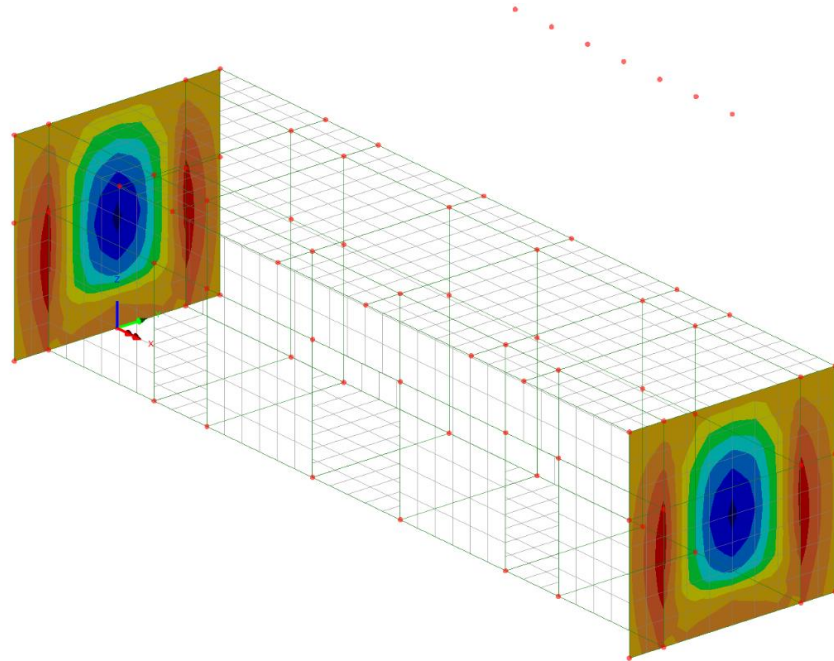
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 36.821E3
 Contour maximum 224.382E3 at node 113

Figura 4-34 My in combinazione SLU/SLV

Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

-139.309E3
 -111.447E3
 -83.5895E3
 -55.7237E3
 -27.8619E3
 0.0
 27.8619E3
 55.7237E3
 83.5856E3

Maximum 103.933E3 at node 413
 Minimum -146.824E3 at node 519



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Mx
 ENV SLU_SLV (Max)

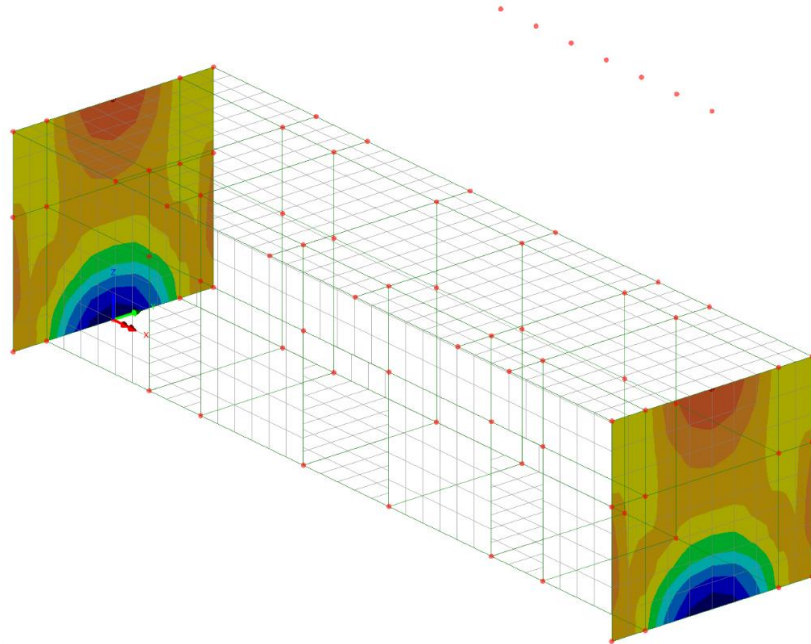
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 27.8619E3
 Contour maximum 103.933E3 at node 413

Figura 4-35 Mx in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)

-239.421E3
 -191.537E3
 -143.652E3
 -95.7683E3
 -47.8841E3
 0.0
 47.8841E3
 95.7683E3
 143.652E3

Maximum 147.939E3 at node 1007
 Minimum -283.019E3 at node 113



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV (Max)

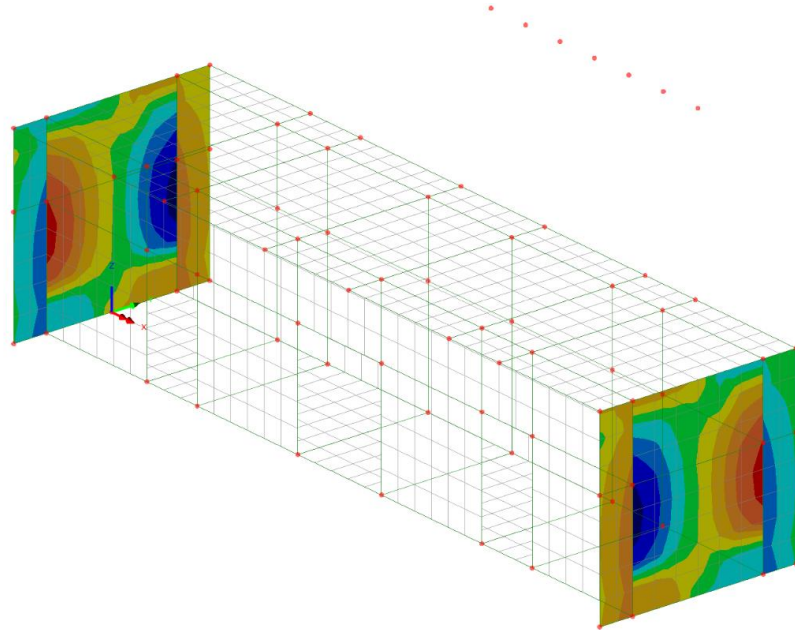
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 47.8841E3
 Contour maximum 147.939E3 at node 1007

Figura 4-36 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)

204.179E3
153.134E3
102.09E3
51.0448E3
0.0
51.0448E3
102.09E3
153.134E3
204.179E3

Maximum: 229.701E3 at node 487
 Minimum: -229.701E3 at node 514



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 51.0448E3
 Contour maximum: 229.701E3 at node 487

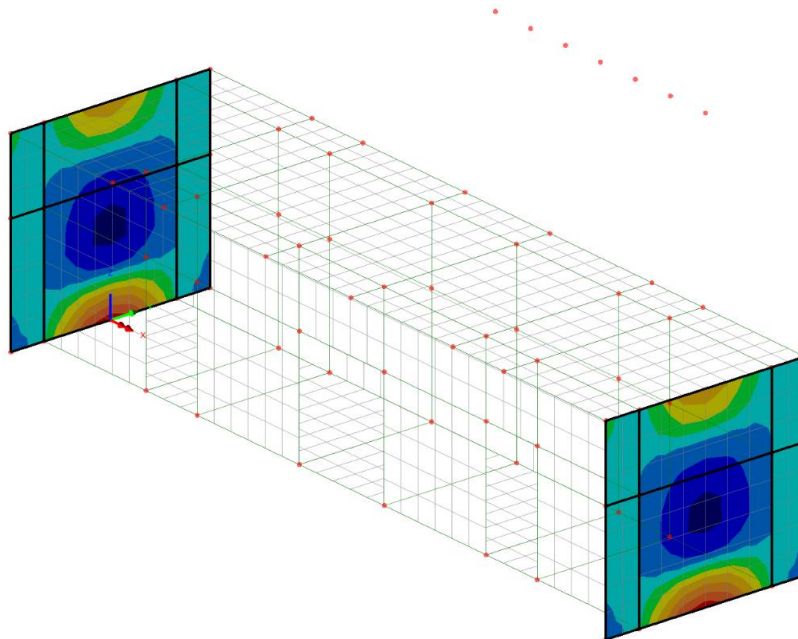
Figura 4-37 Sx in combinazione SLU/SLV

4.4.2 Combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

Color	Value
Dark Blue	-47.0681E3
Blue	-23.534E3
Cyan	0.0
Green	23.534E3
Yellow	47.0681E3
Orange	70.6021E3
Red-Orange	94.1362E3
Red	117.67E3
Dark Red	141.204E3

Maximum 159.547E3 at node 113
 Minimum -52.2591E3 at node 445



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: My
 SLE Rara (Max)

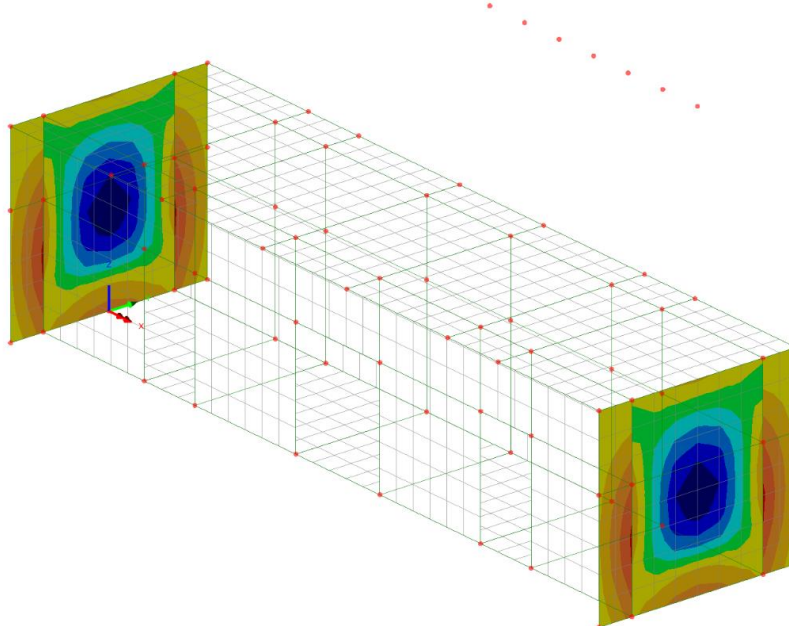
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 23.534E3
 Contour maximum 159.547E3 at node 113

Figura 4-38 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

Color	Value
Dark Blue	-48.8042E3
Blue	-36.6032E3
Cyan	-24.4021E3
Green	-12.2011E3
Yellow	0.0
Orange	12.2011E3
Red-Orange	24.4021E3
Red	36.6032E3
Dark Red	48.8042E3

Maximum 51.5555E3 at node 413
 Minimum -58.254E3 at node 519



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Mx
 SLE Rara (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 12.2011E3
 Contour maximum 51.5555E3 at node 413

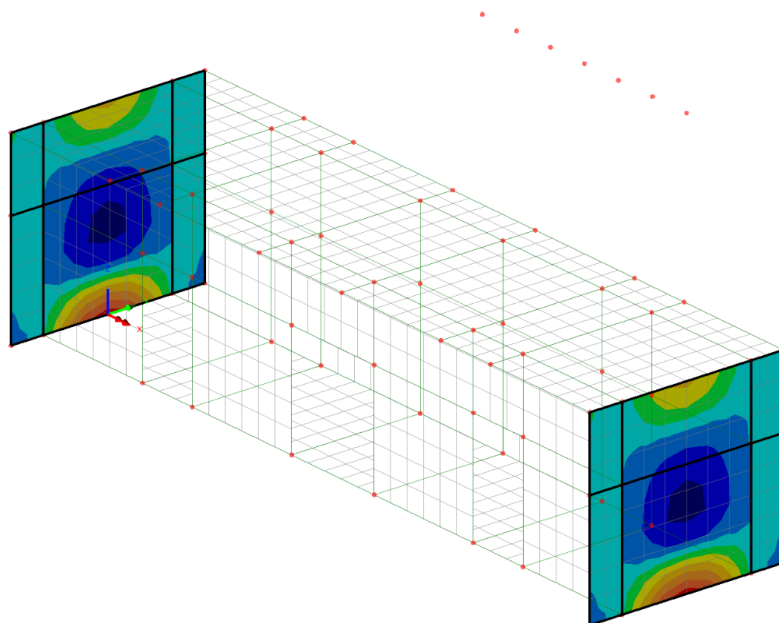
Figura 4-39 Mx in combinazione SLE Rara

4.4.3 Combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

Blue	-44.6494E3
Light Blue	-22.3247E3
White	0.0
Light Green	22.3247E3
Green	44.6494E3
Yellow	66.9741E3
Orange	89.2987E3
Red-Orange	111.6233E3
Red	133.9480E3

Maximum 149.581E3 at node 113
 Minimum -51.3406E3 at node 445



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: My
 SLE frequente (Max)

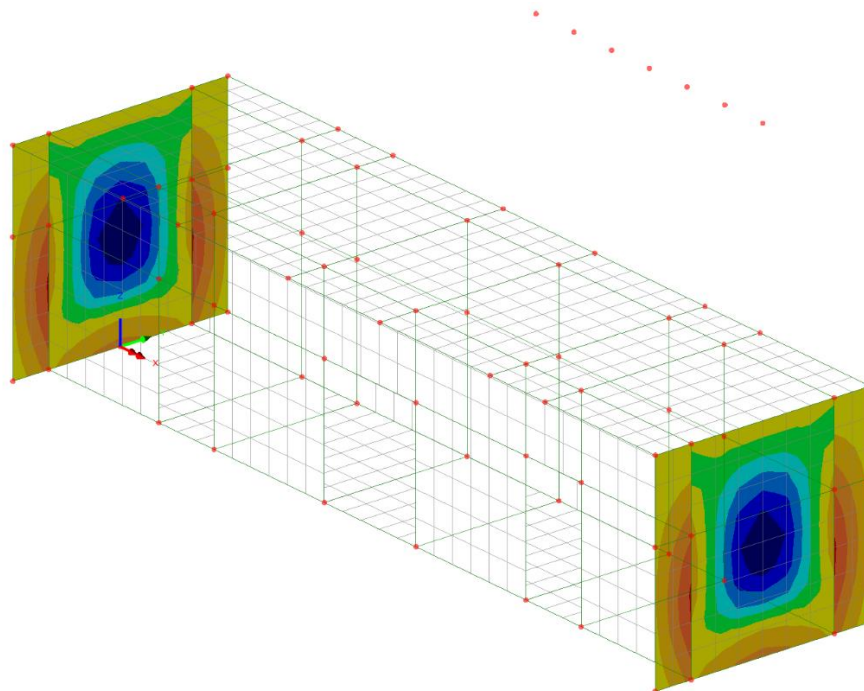
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 22.3247E3
 Contour maximum 149.581E3 at node 113

Figura 4-40 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

Blue	-48.2968E3
Light Blue	-36.2226E3
White	-24.1484E3
Light Green	-12.0742E3
White	0.0
Light Green	12.0742E3
Green	24.1484E3
Yellow	36.2226E3
Red-Orange	48.2968E3

Maximum 50.8225E3 at node 413
 Minimum -57.8453E3 at node 519



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 12.0742E3
 Contour maximum 50.8225E3 at node 413

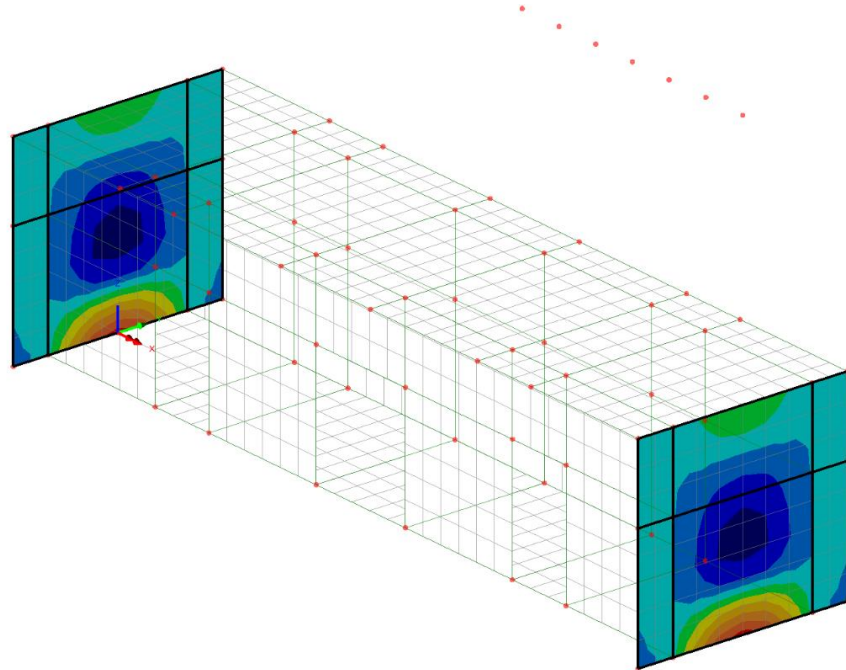
Figura 4-41 Mx in combinazione SLE frequente

4.4.4 Combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

-40.4359E3
-20.218E3
0.0
20.218E3
40.4359E3
60.6539E3
80.8718E3
101.09E3
121.308E3

Maximum 132.371E3 at node 113
 Minimum -49.5909E3 at node 445



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: My
 SLE QP (Max)

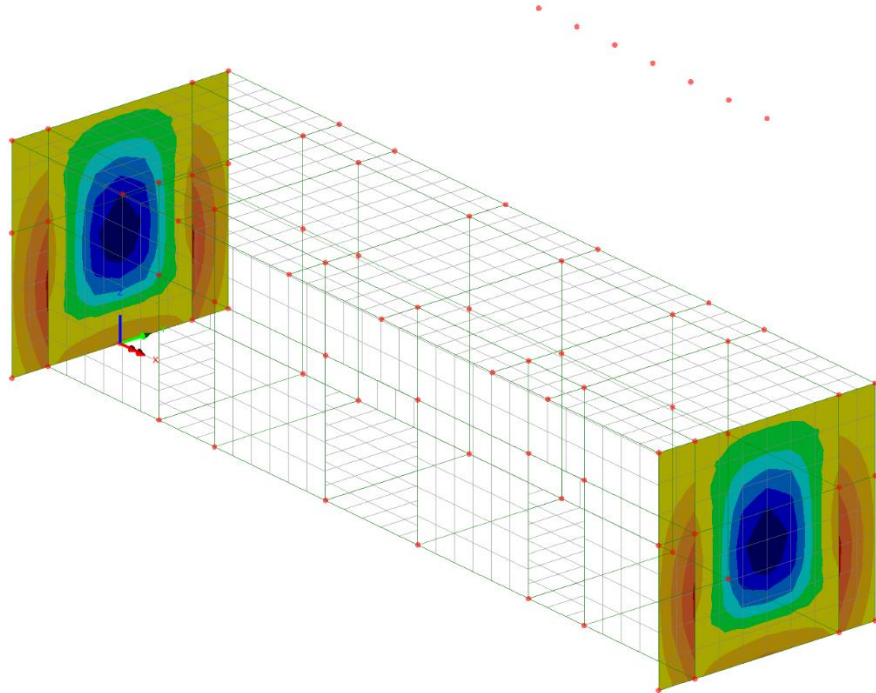
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 20.218E3
 Contour maximum 132.371E3 at node 113

Figura 4-42 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

-47.4768E3
-35.9078E3
-23.7384E3
-11.8692E3
0.0
11.8692E3
23.7384E3
35.9078E3
47.4768E3

Maximum 49.6974E3 at node 413
 Minimum -57.1253E3 at node 519



Scale: 1: 125.237
 Zoom: 89.2857
 Eye: (0.711862, -0.581295, 0.394144)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 11.8692E3
 Contour maximum 49.6974E3 at node 413

Figura 4-43 Mx in combinazione SLE QP

4.5 SBALZO SOLETTA SUPERIORE

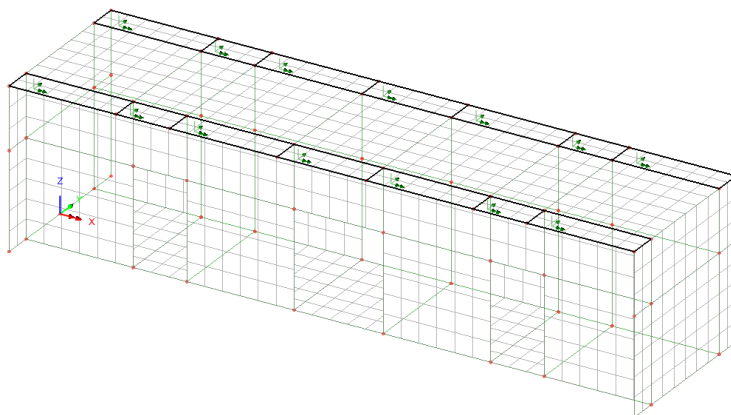


Figura 4-44 orientamento assi locali

4.5.1 Combinazione SLU/SLV

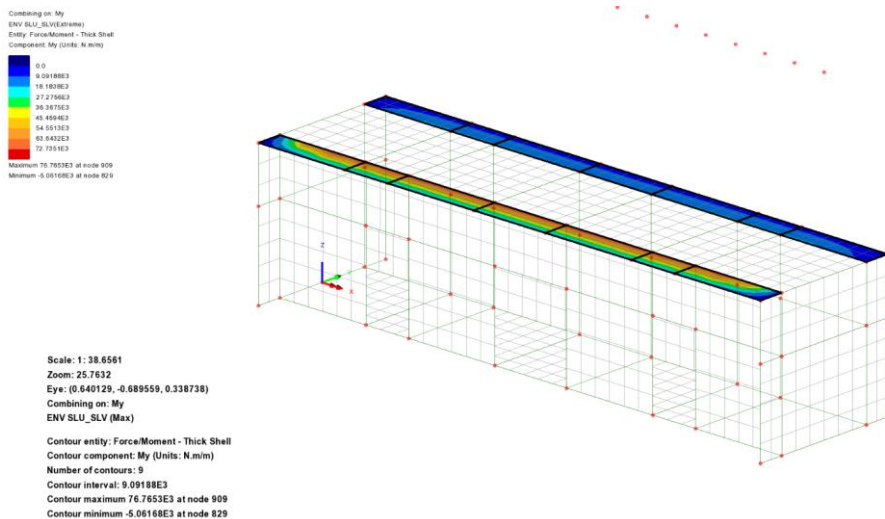


Figura 4-45 My in combinazione SLU/SLV

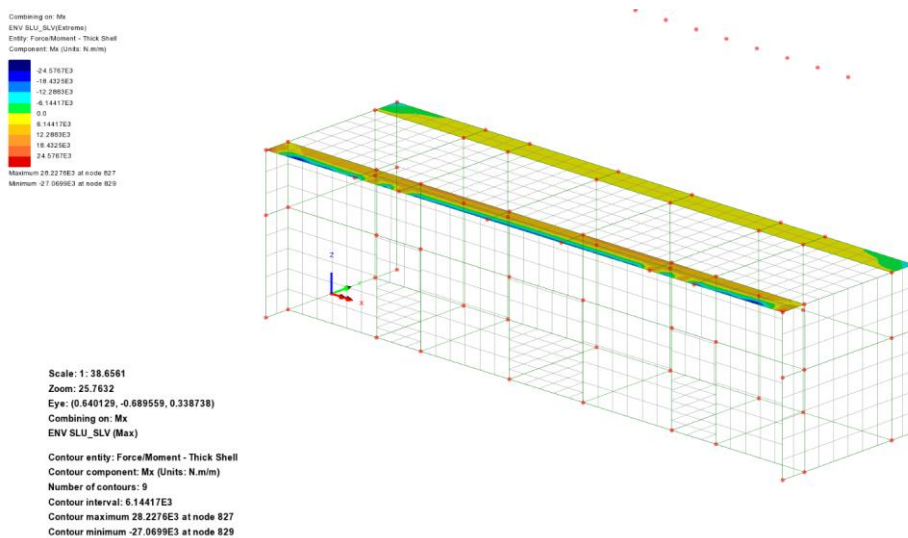
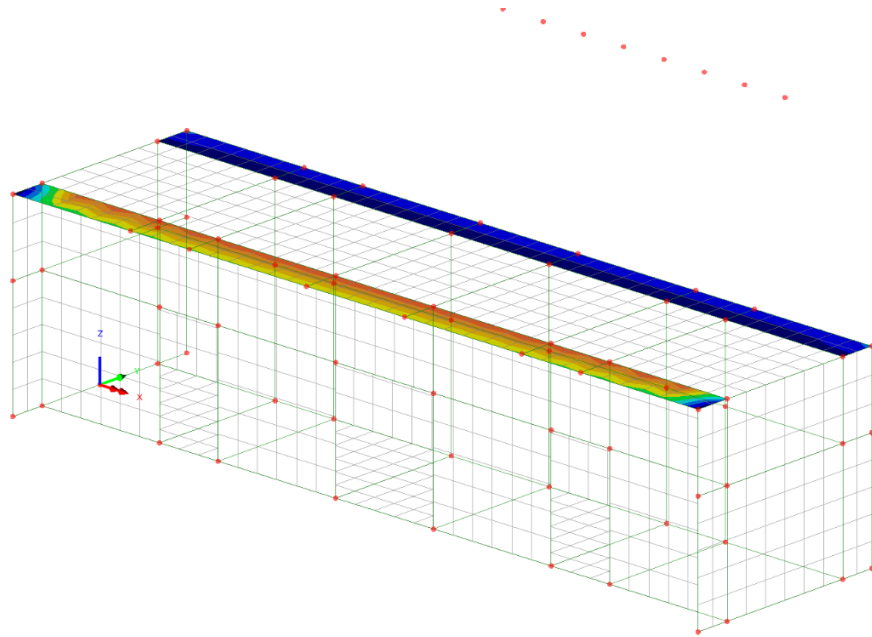


Figura 4-46 Mx in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)

Maximum 125.398E3 at node 903
 Minimum -32.3613E3 at node 827



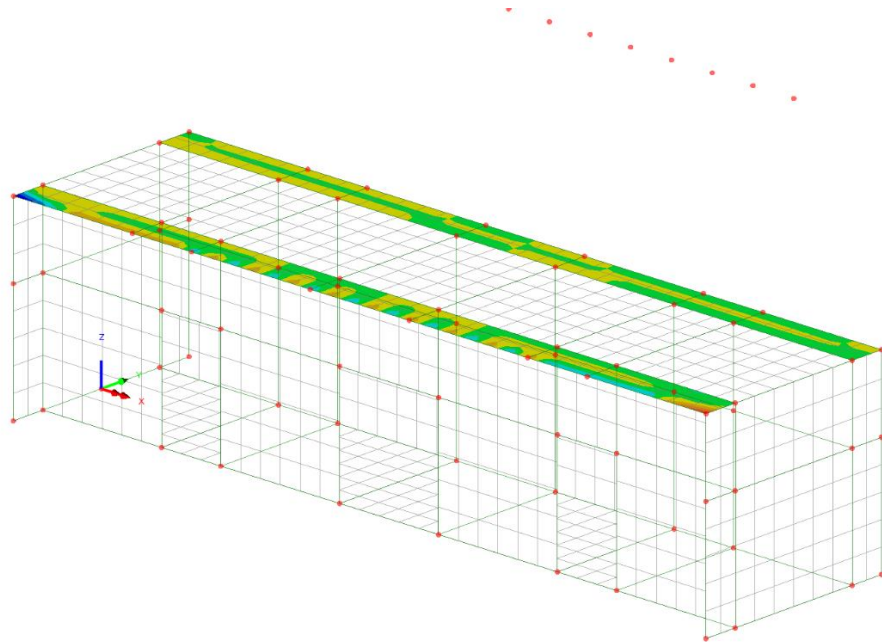
Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: Sy
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 17.5288E3
 Contour maximum 125.398E3 at node 903
 Contour minimum -32.3613E3 at node 827

Figura 4-47 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)

Maximum 192.009E3 at node 862
 Minimum -192.009E3 at node 827



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: Sx
 ENV SLU_SLV (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 42.6688E3
 Contour maximum 192.009E3 at node 862
 Contour minimum -192.009E3 at node 827

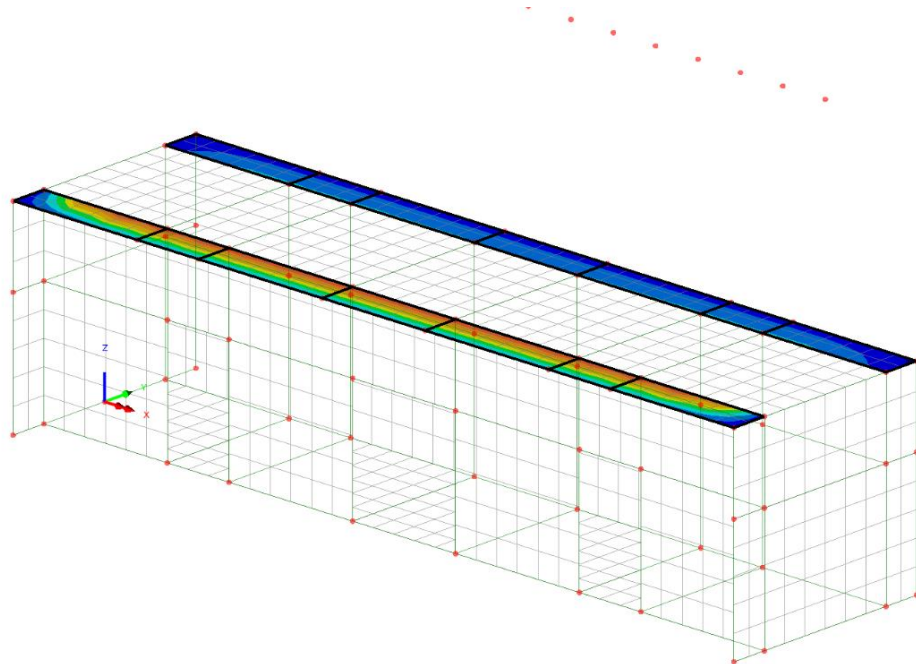
Figura 4-48 Sx in combinazione SLU/SLV

4.5.2 Combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

0.0
6.68944E3
13.3789E3
20.0683E3
26.7577E3
33.4472E3
40.1366E3
46.8261E3
53.5155E3

Maximum 56.8567E3 at node 909
 Minimum -3.34827E3 at node 829



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: My
 SLE Rara (Max)

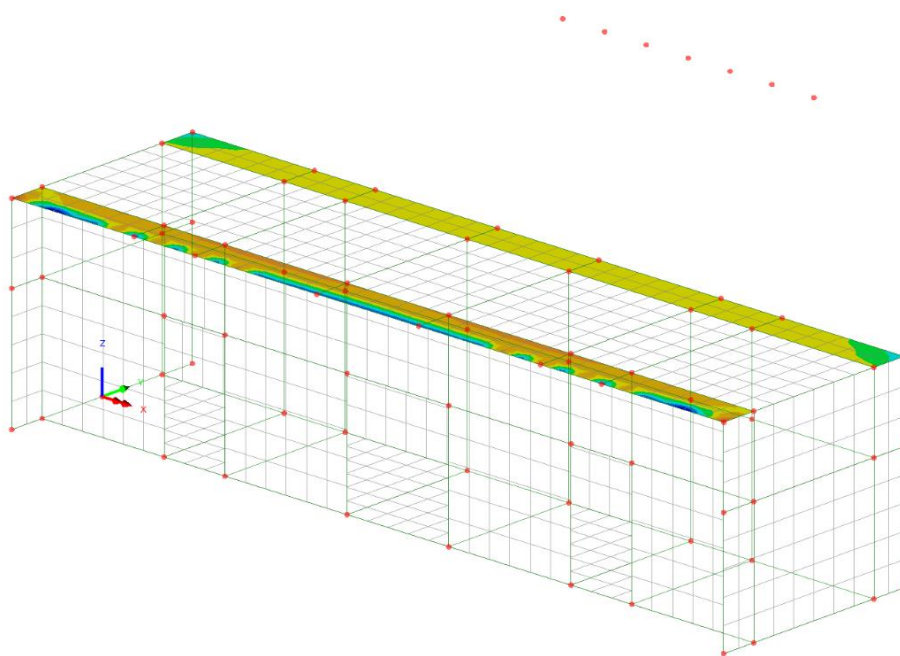
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.68944E3
 Contour maximum 56.8567E3 at node 909
 Contour minimum -3.34827E3 at node 829

Figura 4-49 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE Rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

-17.8982E3
-13.4236E3
-8.94909E3
-4.47455E3
0.0
4.47455E3
8.94909E3
13.4236E3
17.8982E3

Maximum 20.2714E3 at node 827
 Minimum -19.9995E3 at node 829



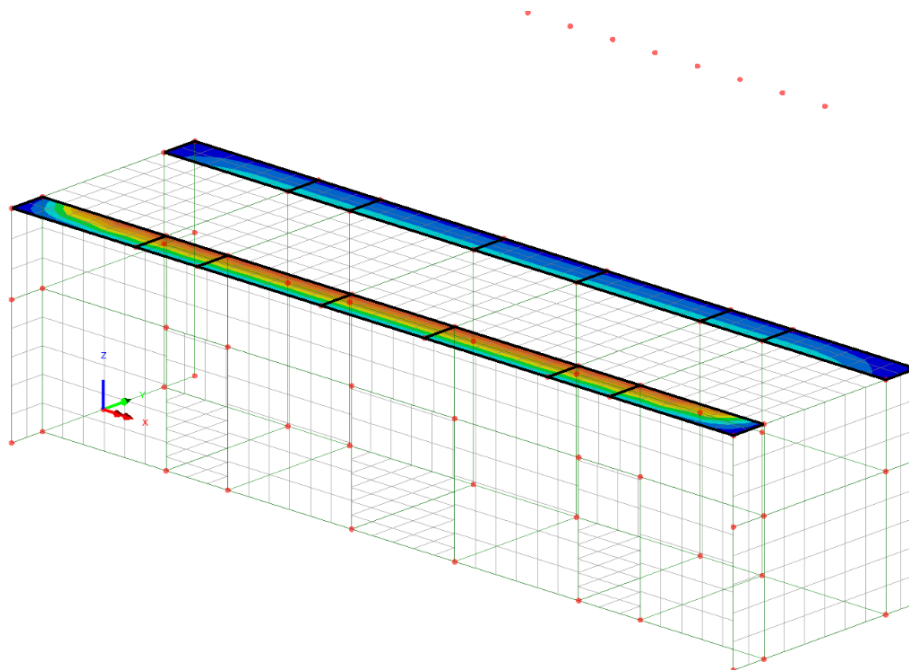
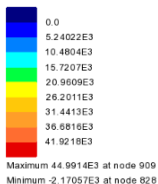
Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: Mx
 SLE Rara (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 4.47455E3
 Contour maximum 20.2714E3 at node 827
 Contour minimum -19.9995E3 at node 829

Figura 4-50 Mx in combinazione SLE Rara

4.5.3 Combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

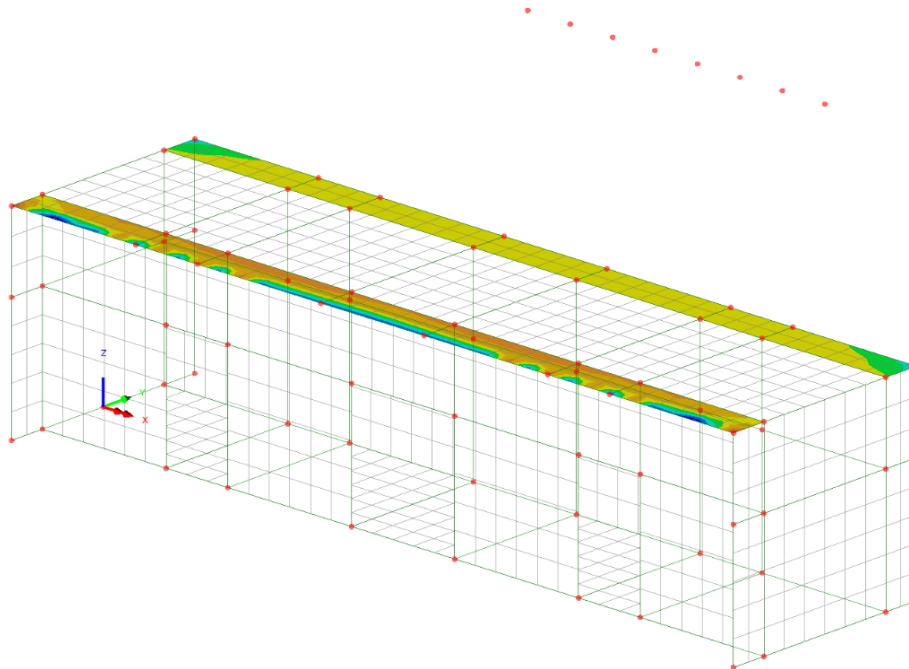
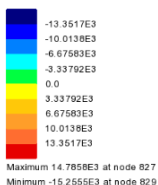


Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: My
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 5.24022E3
 Contour maximum 44.9914E3 at node 909
 Contour minimum -2.17057E3 at node 828

Figura 4-51 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 3.33792E3
 Contour maximum 14.7858E3 at node 827
 Contour minimum -15.2555E3 at node 829

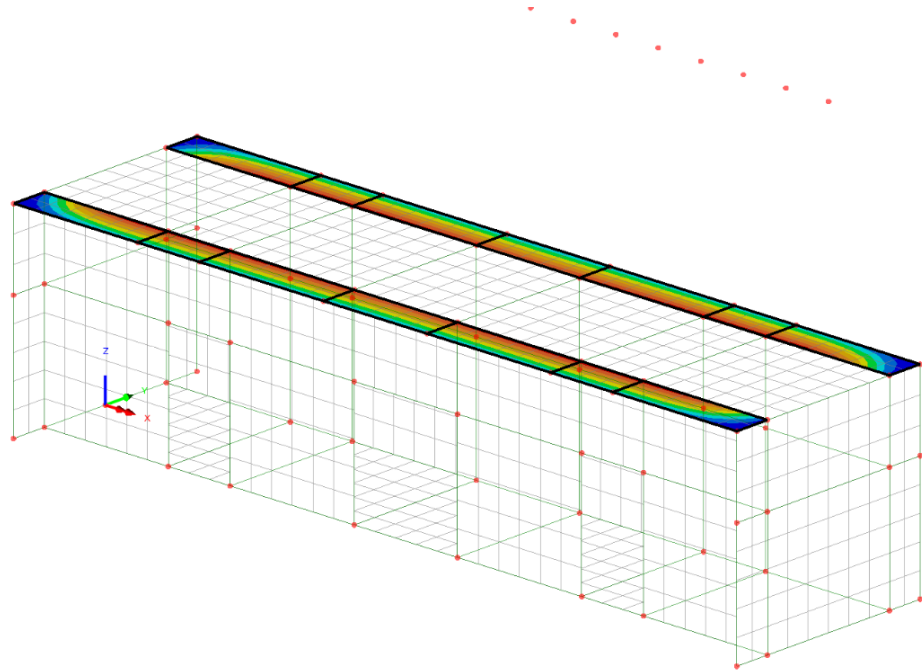
Figura 4-52 Mx in combinazione SLE frequente

4.5.4 Combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)

0.0
1.38355E3
2.76709E3
4.15094E3
5.53418E3
6.91773E3
8.30127E3
9.68482E3
11.0684E3

Maximum 12.1847E3 at node 908
 Minimum -267.217 at node 827



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: My
 SLE QP (Max)

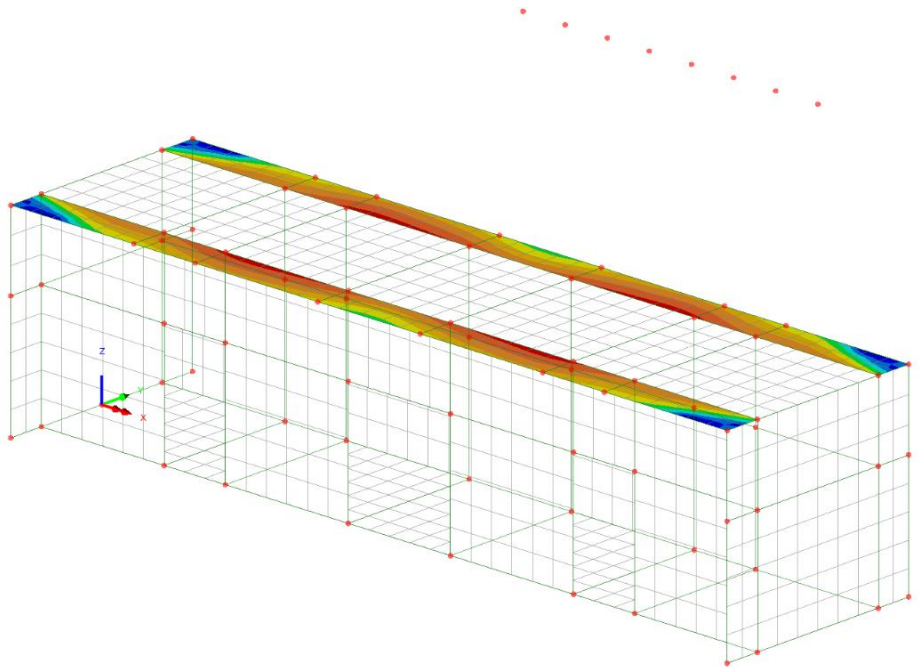
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 1.38355E3
 Contour maximum 12.1847E3 at node 908
 Contour minimum -267.217 at node 827

Figura 4-53 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)

-1.63026E3
-1.08684E3
-543.42
0.0
543.42
1.08684E3
1.63026E3
2.17388E3
2.7171E3

Maximum 3.01485E3 at node 909
 Minimum -1.87592E3 at node 829



Scale: 1: 38.6561
 Zoom: 25.7632
 Eye: (0.640129, -0.689559, 0.338738)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Max)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 543.42
 Contour maximum 3.01485E3 at node 909
 Contour minimum -1.87592E3 at node 829

Figura 4-54 Mx in combinazione SLE QP

4.6 REAZIONI IN FONDAZIONE

Si riportano di seguito i contour degli sforzi trasmessi alla fondazione nelle combinazioni SLU-STR e SLE Rara:

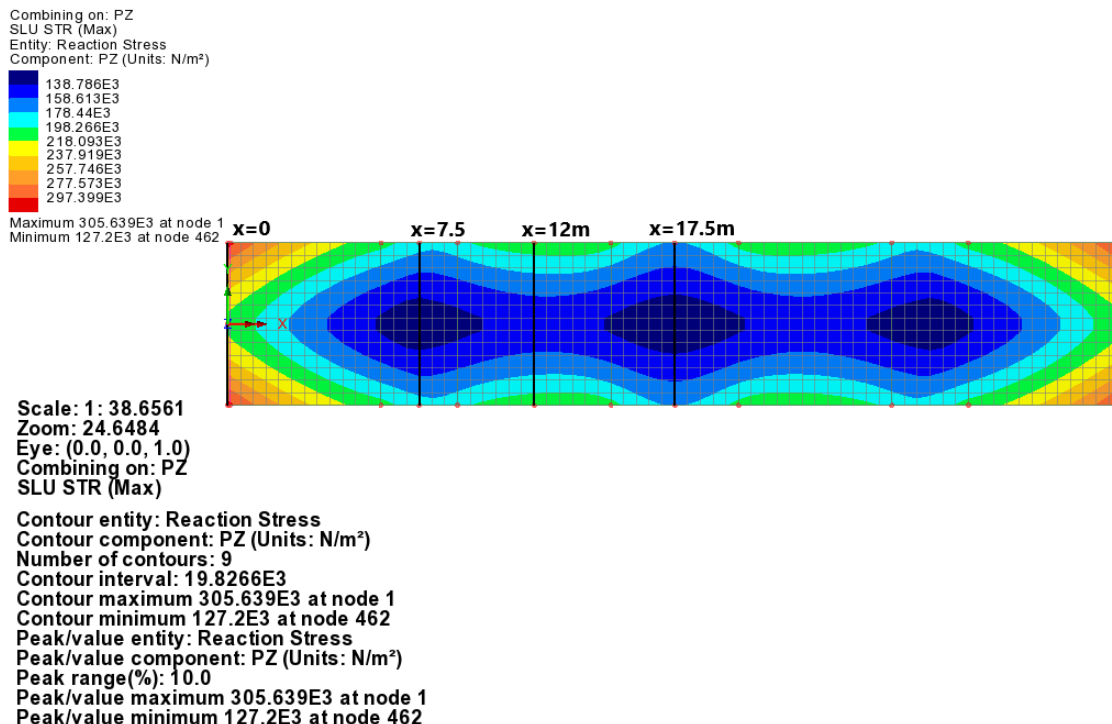


Figura 4-55 reazioni in fondazione per la combinazione SLU-STR

Le sezioni trasversali in evidenza nel contour sono quelle dove si registrano i valori minimi e i valori massimi delle reazioni in fondazione. Nello specifico, gli sforzi massimi sono concentrati in corrispondenza delle estremità longitudinali (x=0m e x=12m) e tra le aperture laterali mentre gli sforzi minimi sono localizzati esattamente in corrispondenza delle aperture. I diagrammi di sforzo per queste sezioni sono di seguito riportati:

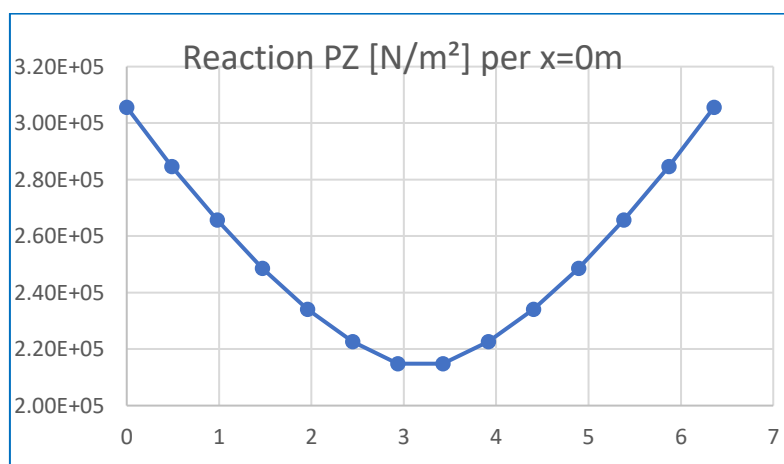


Figura 4-56 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLU-STR per x=0m

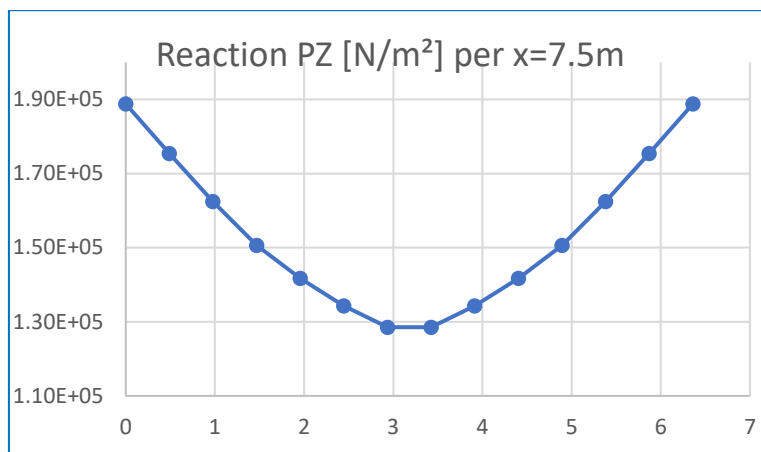


Figura 4-57 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLU-STR per x=7.5m

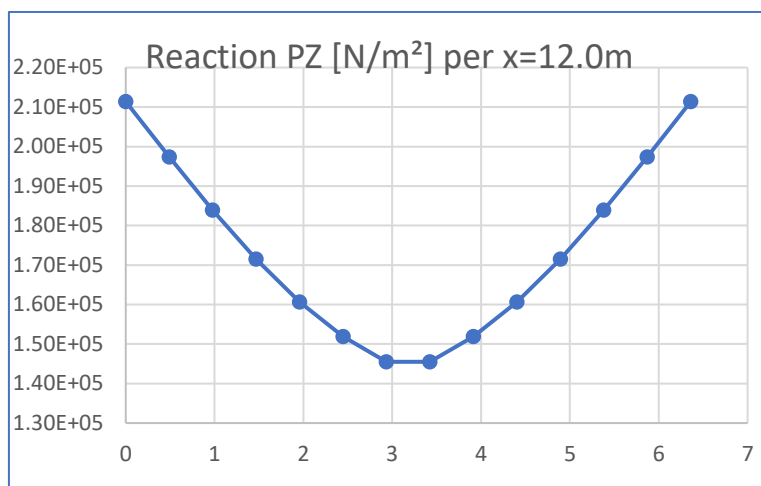


Figura 4-58 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLU-STR per x=12m

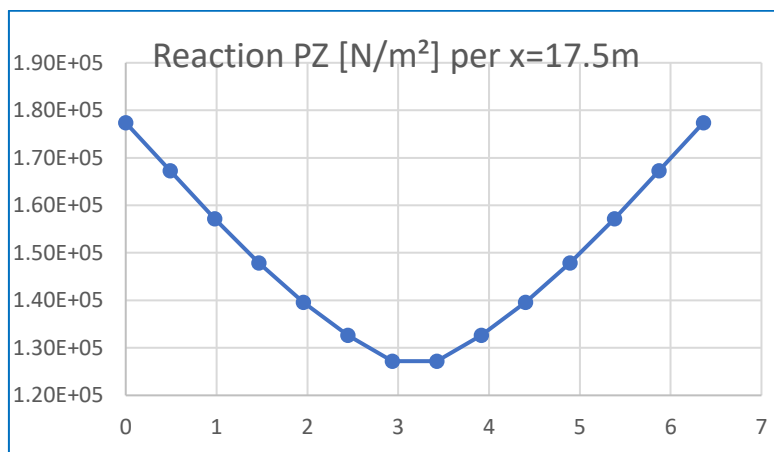


Figura 4-59 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLU-STR per x=17.5m

Nella combinazione SLE Rara invece:

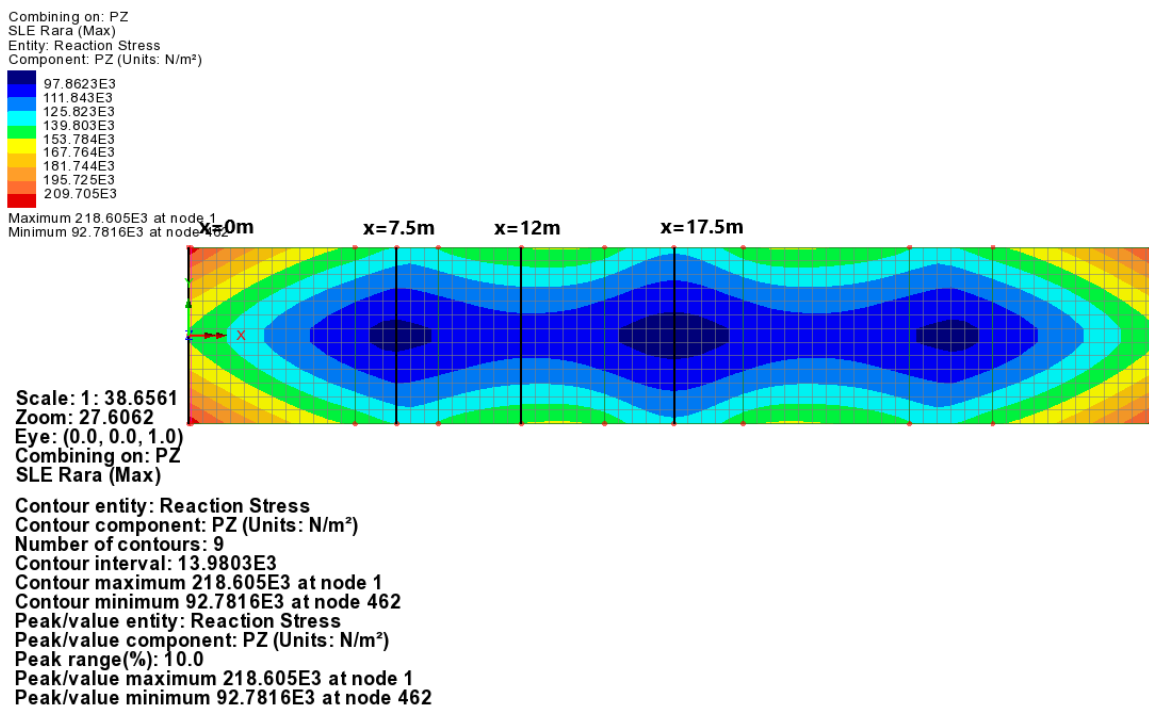


Figura 4-60 reazioni in fondazione per la combinazione SLE Rara

Nelle sezioni critiche le distribuzioni di sforzo sono:

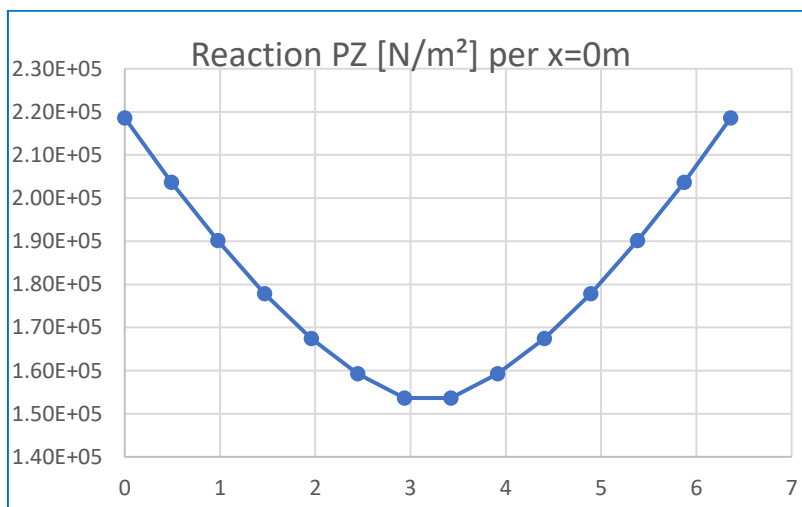


Figura 4-61 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLE Rara per x=0m

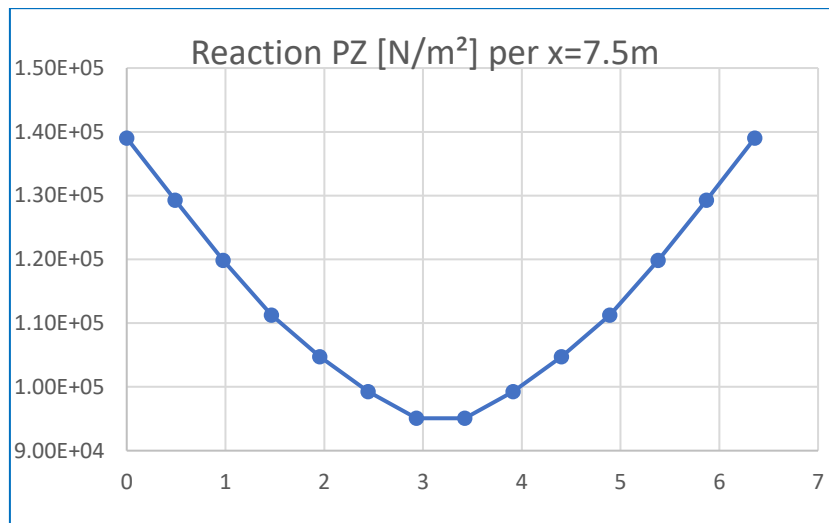


Figura 4-62 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLE Rara per x=7.5m

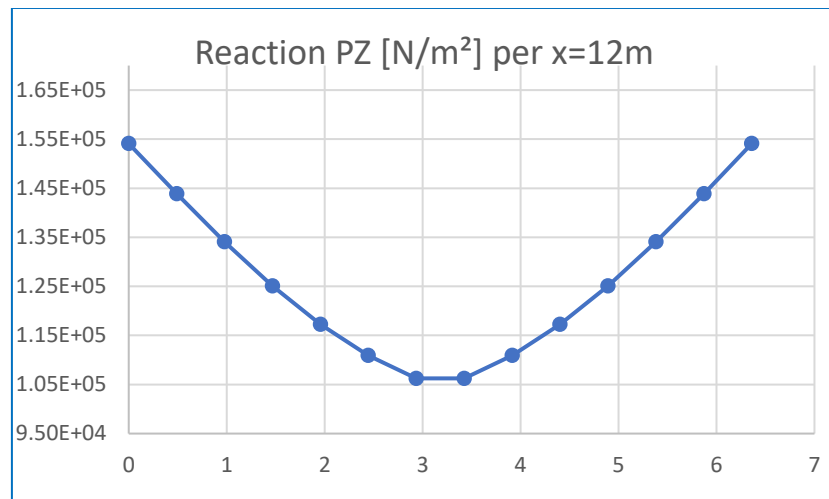


Figura 4-63 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLE Rara per x=12m

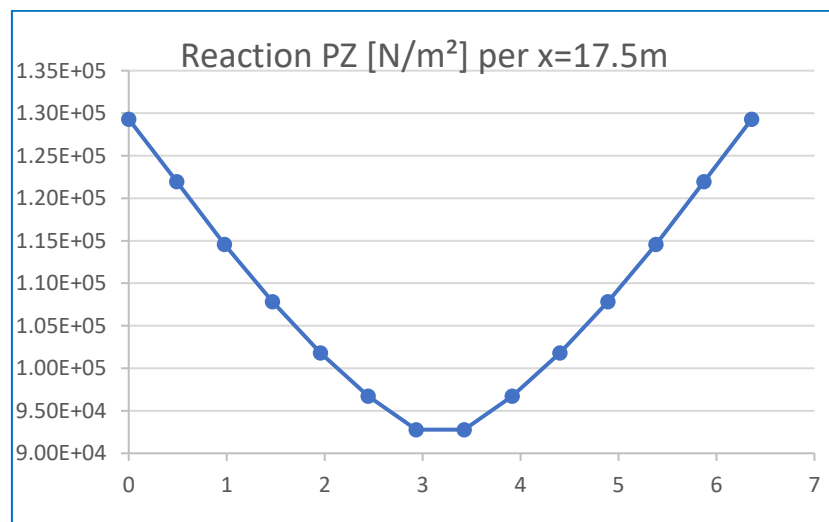


Figura 4-64 distribuzione delle reazioni in fondazione allo SLE Rara per x=17.5m

5 VERIFICHE STRUTTURALI

Per ciascuna delle combinazioni di carico sopra richiamate verranno condotte le seguenti verifiche dei principali elementi strutturali.

5.1 IMPOSTAZIONE TEORICA DELLE VERIFICHE

5.1.1 Verifica delle tensioni in esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$$\sigma_c \leq 0.60 f_{ck} \quad \text{sotto la combinazione SLE Caratteristica (Rara)}$$

$$\sigma_c \leq 0.45 f_{ck} \quad \text{sotto la combinazione SLE quasi-permanente}$$

La massima tensione di trazione dell'acciaio deve rispettare la seguente limitazione:

$$\sigma_s \leq 0.80 f_{yk} \quad \text{sotto la combinazione SLE Caratteristica (Rara)}$$

5.1.2 Verifica dello stato fessurativo

Le verifiche dello stato fessurativo vengono condotte con riferimento alle combinazioni SLE frequente e SLE quasi-permanente. Esse dipendono dalle condizioni ambientali cui sono soggetti gli elementi da verificare.

In base alla tabella sotto riportata, le rampe e le pareti costituenti la struttura sono realizzate rispettivamente in classe XC2 e le condizioni ambientali sono da considerarsi le seguenti:

- Rampe *Ordinarie*
- Pareti *Ordinarie*

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

Un altro parametro necessario alla definizione dell'apertura limite di fessura è la sensibilità alla corrosione delle armature che per acciai ordinari viene usualmente considerata modesta.

Dunque, sulla base della tabella di seguito mostrata, si possono determinare le verifiche da condurre per lo stato limite di fessurazione.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	W _{d,lim}	Stato limite	W _{d,lim}
a	Ordinarie	Frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		Quasi permanente	ap. Fessure	≤ w ₁	ap. Fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	Frequente	ap. Fessure	≤ w ₁	ap. Fessure	≤ w ₂
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. Fessure	≤ w ₁
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. Fessure	≤ w ₁

Le verifiche consistono nel soddisfacimento delle seguenti limitazioni:

$$w_d \leq w_{d,lim}$$

dove l'ampiezza media di fessura w_d può essere valutata in base alla procedura esplicitata di seguito secondo quanto riportato nella Circolare Ministeriale n. 617 del 2/02/2009 al par. C 4.1.2.2.4.6.

Nel caso in esame risultano pertanto le seguenti aperture limite di fessura per gli elementi strutturali:

Elemento strutturale	S.L.E. Frequente – $w_{d,lim}$ [mm]	S.L.E. Quasi permanente – $w_{d,lim}$ [mm]
Rampe	0.40	0.30
Pareti	0.40	0.30

Nello specifico l'apertura di fessura w_d è definita secondo la relazione:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m = 1.7 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{smax}$$

dove:

ε_{sm} = deformazione unitaria media delle barre di armatura

D_{smax} = distanza massima tra le fessure

Il calcolo della deformazione unitaria media delle barre di armatura ε_{sm} avviene per mezzo delle seguenti relazioni:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{stm}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

dove:

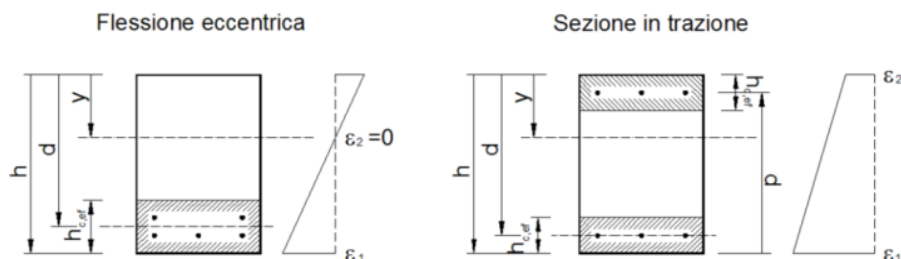
σ_s = tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata.

α_e = rapporto tra E_s e E_{cm}

ρ_{eff} = rapporto tra A_s e $A_{c,eff}$

$A_{c,eff}$ = area efficace di calcestruzzo attorno all'armatura di altezza $h_{c,ef}$. Tale altezza è definita come il minimo valore fra $2.5(h - d)$, $(h - y)/3$ e $h/2$

k_t = fattore funzione della durata del carico assunto pari a 0.6 o 0.4 rispettivamente per carichi di breve e lunga durata.



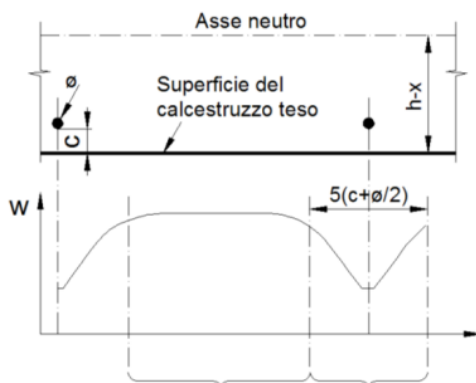
La distanza fra le fessure D_{smax} può essere calcolata con l'espressione:

- Se la spaziatura fra le barre $\leq 5(c + \varnothing/2)$

$$\Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\varnothing}{\rho_{eff}}$$

- Se la spaziatura fra le barre $> 5(c + \varnothing/2)$

$$\begin{cases} \Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\varnothing}{\rho_{eff}} & \text{nella zona di estensione } 5(c + \varnothing/2) \\ \Delta_{smax} = 1.3 \cdot (h - y) & \text{nella zona rimanente} \end{cases}$$



dove:

\varnothing = diametro equivalente delle barre di armatura calcolato come: $\varnothing_{eq} = \frac{n_1 \varnothing_1^2 + n_2 \varnothing_2^2}{n_1 \varnothing_1 + n_2 \varnothing_2}$

c = ricoprimento dell'armatura

k₁ = assunto pari a 0.8 o 1.6 rispettivamente per le barre ad aderenza migliorata e per le barre lisce

k₂ = assunto pari a 0.5 o 1.0 rispettivamente per il caso di flessione semplice e di trazione semplice.

Nel caso di trazione eccentrica si utilizzano valori intermedi calcolati con la relazione:

$$k_2 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2\varepsilon_1}$$

$\varepsilon_{1,2}$ = deformazioni rispettivamente più grande e più piccola di trazione all'estremità della sezione considerata calcolate considerando la sezione fessurata.

k₃ = 3.4

k₄ = 0.425

5.1.3 Verifica di resistenza a pressoflessione

La verifica di resistenza in condizioni ultime di una sezione presso-inflessa consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} (N_{Ed})$$

dove:

M_{Ed} = momento flettente sollecitante di calcolo, valutata sotto la combinazione;

M_{Rd} = momento flettente resistente associato all'azione assiale concomitante N_{Ed}.

In fase di verifica viene definito coefficiente di sfruttamento g il rapporto tra M_{Ed} e M_{Rd}. La verifica di resistenza può quindi ritenersi soddisfatta se risulta g ≥ 1.

5.1.4 Verifica di resistenza a taglio

La verifica di resistenza a taglio in condizioni ultime di una sezione in c.a. consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

dove:

V_{Ed} = azione tagliante sollecitante di calcolo, valutata sotto la combinazione;

V_{Rd} = azione tagliante resistente.

In prima battuta V_{Rd} è associato al valore della resistenza a taglio dell'elemento privo di armatura dedicata, basata sul contributo resistente a trazione del calcestruzzo e su quello fornito dalle armature longitudinali tese (EN 1992-1-1 §6.2.2)

$$V_{Rd} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \quad (N)$$

con:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 + \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

dove

A_c = area della sezione in calcestruzzo (in mm²)

b_w = larghezza minima della sezione in calcestruzzo in zona tesa (in mm)

d = altezza utile della sezione (in mm)

ρ_1 = rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa $\frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0.02$

σ_{cp} = tensione media di compressione nella sezione $\frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 f_{cd}$

N_{Ed} = forza assiale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (in N)

Se il contributo resistente così calcolato risulta inferiore al valore del taglio sollecitante, risulta necessario procedere al dimensionamento di un'apposita armatura resistente a taglio. In tal caso, la verifica a taglio risulterà soddisfatta se l'azione tagliante sollecitante sarà inferiore al minimo valore tra quello dato dalla resistenza di calcolo a “taglio trazione”, riferita all'armatura trasversale, e quello dato dalla resistenza a “taglio compressione”, associata al nucleo in calcestruzzo (EN 1992-1-1 §6.2.3).

$$V_{Rd} = \min\{V_{Rsd}; V_{Rd,max}\}$$

con

$$V_{Rsd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

dove:

A_{sw} = area dell'armatura trasversale a taglio

s = passo delle staffe

z = braccio della coppia interna assunto pari a $z = 0.9 \cdot d$

α = angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

θ = inclinazione del puntone compresso di calcestruzzo (con $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$)

f_{ywd} = tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio

v_1 = coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio

α_{cw} = coefficiente che considera l'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale

5.2 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE

5.2.1 Setti longitudinali

Tabella 5-1 combinazioni di verifica

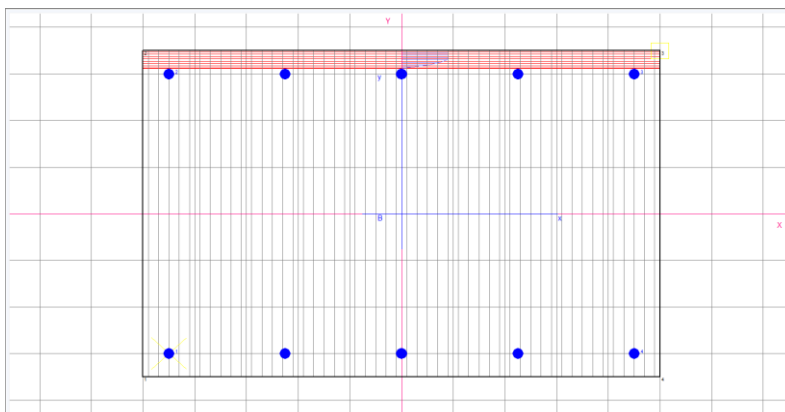
	Nx,Ed [kN/m]	Mx,Ed [kN/m]	Ny [kN/m]	My [kNm/m]
SLU/SLV	649	20	422	48
	-1,319	9	-926	8
	298	9	919	52
	-527	21	-2,333	202
	-137	60	-132	5
	-134	-61	-163	-6
	-204	33	-808	358
	-204	-33	-808	-358
SLE Rara	299	32	40	11
	-609	25	-548	33
	238	30	97	27
	-416	15	-1,720	151
	222	43	-80	41
	-335	-44	-400	-51
	-440	19	-1,268	181
	-407	-17	-1,392	-174
SLE frequente	192	27	28	8
	-536	22	-475	27
	149	26	52	23
	-390	15	-1,541	152
	-163	37	-122	3
	-162	-38	-139	-3
	-439	17	-1,181	163
	-411	-17	-1,063	-158
SLE QP	85	3	-89	11
	-408	21	-354	23
	-44	6	6	3
	-370	14	-1,317	139
	-111	31	-68	1
	-111	-31	-68	-1
	-387	15	-969	142
	-387	-15	-969	-142

5.2.1.1 Armatura disposta

- Ø20/20 in direzione y;
- Ø20/20 in direzione x;

5.2.1.2 Momento My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: ritti-y



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	-35.00

2	-50.00	35.00	
3	50.00	35.00	
4	50.00	-35.00	

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	-30.00	20
2	-45.00	30.00	20
3	45.00	30.00	20
4	45.00	-30.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-42244	4820	0	10	0
2	92553	801	0	10	0
3	-91912	5183	0	10	0
4	233277	20218	0	10	0
5	13151	520	0	10	0
6	16262	-569	0	10	0
7	80779	35768	0	10	0
8	80779	-35768	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-4008	1073	0
2	54849	3317	0
3	-9678	2740	0
4	171962	15082	0
5	7963	4052	0
6	40031	-5095	0
7	126789	18102	0
8	139249	-17399	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-2825	840	0
2	47494	2743	0
3	-5195	2327	0
4	154074	15244	0
5	12189	269	0
6	13918	-297	0
7	118087	16348	0
8	106313	-15849	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8942	1149	0
2	35427	2339	0
3	-594	346	0
4	131667	13939	0
5	6818	146	0
6	6818	-146	0
7	96866	14205	0
8	96866	-14205	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-42244	4820	0	-42220	26107	0	5.417
2	S	92553	801	0	92558	66655	0	83.225
3	S	-91912	5183	0	-91935	10564	0	2.038
4	S	233277	20218	0	233256	103096	0	5.099
5	S	13151	520	0	13138	42965	0	82.610
6	S	16262	-569	0	16286	-43920	0	77.216
7	S	80779	35768	0	80770	63210	0	1.767
8	S	80779	-35768	0	80770	-63210	0	1.767

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.02435	50.0	35.0	-0.00114	45.0	30.0	-0.05683	-45.0	-30.0
2	0.00350	-0.00995	-50.0	35.0	0.00126	-45.0	30.0	-0.02564	45.0	-30.0
3	0.00251	-0.02980	50.0	35.0	-0.00287	45.0	30.0	-0.06750	-45.0	-30.0
4	0.00350	-0.00311	-50.0	35.0	0.00240	-45.0	30.0	-0.01082	45.0	-30.0
5	0.00350	-0.01738	-50.0	35.0	0.00002	-45.0	30.0	-0.04173	45.0	-30.0
6	0.00350	-0.01701	-50.0	-35.0	0.00008	-45.0	-30.0	-0.04094	45.0	30.0
7	0.00350	-0.01084	-50.0	35.0	0.00111	-45.0	30.0	-0.02758	-45.0	-30.0
8	0.00350	-0.01084	-50.0	-35.0	0.00111	-45.0	-30.0	-0.02758	45.0	30.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000928175	-0.028986117		
2	0.000000000	0.000448372	-0.012193028		
3	0.000000000	0.001077107	-0.035186786		
4	0.000000000	0.000220240	-0.004208407		
5	0.000000000	0.000695844	-0.020854539		
6	0.000000000	-0.000683629	-0.020427030		
7	0.000000000	0.000478145	-0.013235082		
8	0.000000000	-0.000478145	-0.013235082		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.6	-50.0	35.0	-23	22.5	-30.0	0	0		0.000
2	S	10.9	-50.0	35.0	65	45.0	-30.0	0	0		0.000
3	S	1.6	50.0	35.0	-57	22.5	-30.0	0	0		0.000
4	S	39.1	-50.0	35.0	138	22.5	-30.0	0	0		0.000
5	S	5.4	-50.0	35.0	-40	22.5	-30.0	0	0		0.000
6	S	10.8	0.0	0.0	11	45.0	30.0	0	0		0.000
7	S	36.3	-50.0	35.0	6	45.0	-30.0	0	0		0.000
8	S	37.2	0.0	0.0	41	45.0	30.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.5	-50.0	35.0	-17	22.5	-30.0	0	0		0.000
2	S	9.3	-50.0	35.0	58	22.5	-30.0	0	0		0.000
3	S	1.8	-50.0	35.0	-42	22.5	-30.0	0	0		0.000
4	S	36.9	-50.0	35.0	100	22.5	-30.0	0	0		0.000
5	S	1.9	-50.0	35.0	21	22.5	-30.0	0	0		0.000
6	S	2.2	0.0	0.0	24	22.5	30.0	0	0		0.000
7	S	33.2	-50.0	35.0	13	45.0	-30.0	0	0		0.000
8	S	31.1	0.0	0.0	-4	45.0	30.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

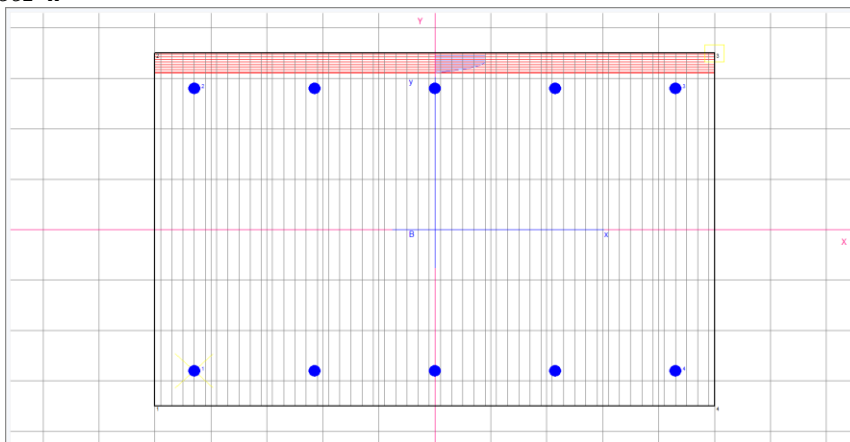
N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

1	S	2.4	-50.0	35.0	2	45.0	-30.0	0	0	0.000
2	S	7.2	-50.0	35.0	39	22.5	-30.0	0	0	0.000
3	S	0.3	50.0	35.0	-6	22.5	-30.0	0	0	0.000
4	S	32.5	-50.0	35.0	73	45.0	-30.0	0	0	0.000
5	S	1.1	-50.0	35.0	12	45.0	-30.0	0	0	0.000
6	S	1.1	0.0	0.0	12	22.5	30.0	0	0	0.000
7	S	28.1	-50.0	35.0	0	45.0	-30.0	0	0	0.000
8	S	28.1	0.0	0.0	0	45.0	30.0	0	0	0.000

5.2.1.3 Momento Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: ritto-x



Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40

Resis. compr. di calcolo fcd :	181.30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd' :	90.65 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	333458 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm:	30.20 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0

Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite :	160.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	99999.000 mm

Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite :	160.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite :	128.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	-35.00
2	-50.00	35.00
3	50.00	35.00
4	50.00	-35.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.00	-28.00	20
2	-43.00	28.00	20
3	43.00	28.00	20
4	43.00	-28.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-64925	2035	0	10	0
2	131870	852	0	10	0
3	-29755	904	0	10	0
4	52729	2061	0	10	0
5	13666	5962	0	10	0
6	13431	-6143	0	10	0
7	20365	3316	0	10	0
8	20365	-3316	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-29921	3229	0
2	60889	2511	0
3	-23789	3036	0
4	41556	1540	0
5	-22225	4291	0
6	33535	-4434	0
7	43969	1887	0
8	40694	-1714	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-19151	2682	0
2	53588	2230	0
3	-14892	2638	0
4	38983	1536	0
5	16304	3652	0
6	16174	-3753	0
7	43904	1704	0
8	41071	-1658	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-8511	267	0
2	40789	2073	0
3	4364	595	0
4	37011	1401	0
5	11141	3101	0
6	11141	-3101	0
7	38677	1478	0
8	38677	-1478	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-64925	2035	0	-64949	19338	0	9.501
2	S	131870	852	0	131856	75364	0	88.424
3	S	-29755	904	0	-29754	29721	0	32.862
4	S	52729	2061	0	52729	53440	0	25.930
5	S	13666	5962	0	13664	42255	0	7.087
6	S	13431	-6143	0	13426	-42186	0	6.867
7	S	20365	3316	0	20376	44185	0	13.327
8	S	20365	-3316	0	20376	-44185	0	13.327

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.02315	50.0	35.0	-0.00272	43.0	28.0	-0.05246	-43.0	-28.0
2	0.00350	-0.00639	-50.0	35.0	0.00119	-43.0	28.0	-0.01727	43.0	-28.0
3	0.00350	-0.01730	50.0	35.0	-0.00135	43.0	28.0	-0.04018	-43.0	-28.0
4	0.00350	-0.01072	-50.0	35.0	0.00018	-43.0	28.0	-0.02635	-43.0	-28.0
5	0.00350	-0.01357	-50.0	35.0	-0.00048	43.0	28.0	-0.03234	-43.0	-28.0
6	0.00350	-0.01359	-50.0	-35.0	-0.00049	-43.0	-28.0	-0.03238	43.0	28.0
7	0.00350	-0.01304	-50.0	35.0	-0.00036	43.0	28.0	-0.03124	-43.0	-28.0
8	0.00350	-0.01304	-50.0	-35.0	-0.00036	-43.0	-28.0	-0.03124	43.0	28.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000888239	-0.027588352		
2	0.000000000	0.000329632	-0.008037120		
3	0.000000000	0.000693272	-0.020764516		
4	0.000000000	0.000473852	-0.013084825		
5	0.000000000	0.000568903	-0.016411618		
6	0.000000000	-0.000569561	-0.016434625		
7	0.000000000	0.000551418	-0.015799635		
8	0.000000000	-0.000551418	-0.015799635		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-0.5	50.0	35.0	-102	-21.5	-28.0	0	0		0.000
2	S	10.9	-50.0	35.0	90	21.5	-28.0	0	0		0.000
3	S	0.1	50.0	35.0	-87	-21.5	-28.0	0	0		0.000
4	S	7.2	-50.0	35.0	63	-21.5	-28.0	0	0		0.000
5	S	1.7	50.0	35.0	-100	-43.0	-28.0	0	0		0.000
6	S	9.3	0.0	0.0	10	21.5	28.0	0	0		0.000
7	S	7.9	-50.0	35.0	64	-21.5	-28.0	0	0		0.000
8	S	7.3	0.0	0.0	59	21.5	28.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.3	50.0	35.0	-73	-43.0	-28.0	0	0		0.000
2	S	9.6	-50.0	35.0	79	-43.0	-28.0	0	0		0.000
3	S	0.9	50.0	35.0	-64	-21.5	-28.0	0	0		0.000
4	S	6.9	-50.0	35.0	58	21.5	-28.0	0	0		0.000
5	S	6.1	-50.0	35.0	-15	-43.0	-28.0	0	0		0.000
6	S	6.2	0.0	0.0	-16	21.5	28.0	0	0		0.000
7	S	7.7	-50.0	35.0	66	-21.5	-28.0	0	0		0.000
8	S	7.3	0.0	0.0	61	21.5	28.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

1	S	-0.8	50.0	35.0	-21	-21.5	-28.0	0	0	0.000
2	S	7.7	-50.0	35.0	55	-21.5	-28.0	0	0	0.000
3	S	1.2	-50.0	35.0	1	-43.0	-28.0	0	0	0.000
4	S	6.5	-50.0	35.0	56	-21.5	-28.0	0	0	0.000
5	S	4.9	-50.0	35.0	-18	-43.0	-28.0	0	0	0.000
6	S	4.9	0.0	0.0	-18	21.5	28.0	0	0	0.000
7	S	6.8	-50.0	35.0	58	-21.5	-28.0	0	0	0.000
8	S	6.8	0.0	0.0	58	21.5	28.0	0	0	0.000

5.2.2 Soletta superiore

Tabella 5-2 combinazioni di verifica

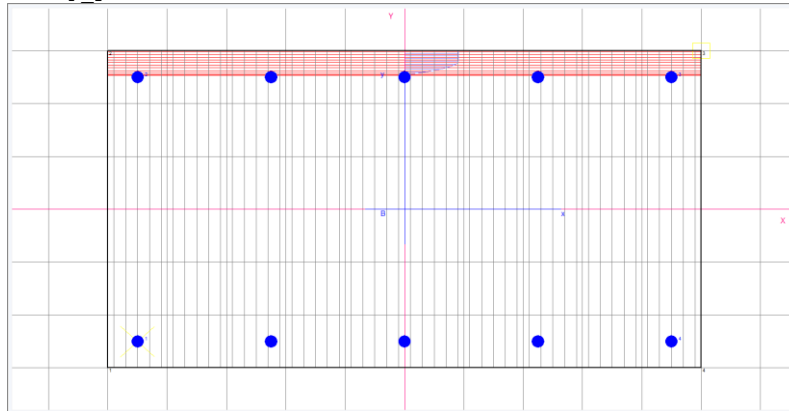
	Nx,Ed [kN/m]	Mx,Ed [kN/m]	Ny [kN/m]	My [kNm/m]
SLU/SLV	497	21	23	72
	-411	-17	-14	-71
	106	-5	44	-60
	-101	88	-130	5
	-105	101	-97	12
	42	-99	-13	-188
	-67	3	4	75
	25	-95	-17	-198
SLE Rara	193	5	17	1
	-128	-7	-5	34
	107	-8	31	-63
	-85	70	-96	5
	-78	75	-72	9
	14	-73	-10	-139
	-61	2	4	55
	2	-71	-13	-147
SLE frequente	146	4	15	-1
	-77	60	-80	5
	86	-9	27	-62
	-76	60	-81	5
	-71	63	-64	8
	-17	-56	-3	-92
	-53	1	5	40
	19	-54	-8	-118
SLE QP	91	3	12	0
	-58	40	-51	5
	53	-10	21	-59
	-58	40	-51	5
	-58	40	-51	5
	-12	-17	3	-45
	-17	0	8	7
	52	-12	7	-61

5.2.2.1 Armatura disposta

- Ø20/20 in direzione y;
- Ø16/20 in direzione x;

5.2.2.2 Momento My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: soletta sup_y



Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	-30.00
2	-50.00	30.00

3	50.00	30.00
4	50.00	-30.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-45.00	-25.00	20
2	-45.00	25.00	20
3	45.00	25.00	20
4	45.00	-25.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-2270	7163	0	10	0
2	1427	-7053	0	10	0
3	-4392	-6045	0	10	0
4	13011	467	0	10	0
5	9741	1173	0	10	0
6	1281	-18808	0	10	0
7	-376	7507	0	10	0
8	1739	-19849	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1731	138	0
2	496	3353	0
3	-3130	-6310	0
4	9613	473	0
5	7214	869	0
6	971	-13923	0
7	-422	5484	0
8	1297	-14695	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.

My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1485	-64	0
2	8005	486	0
3	-2710	-6155	0
4	8115	481	0
5	6417	768	0
6	349	-9189	0
7	-496	4030	0
8	819	-11758	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1225	-45	0
2	5146	545	0
3	-2070	-5899	0
4	5146	545	0
5	5146	545	0
6	-318	-4534	0
7	-764	735	0
8	-700	-6055	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-2270	7163	0	-2262	32255	0	4.503
2	S	1427	-7053	0	1402	-33186	0	4.705
3	S	-4392	-6045	0	-4404	-31710	0	5.246
4	S	13011	467	0	13023	36133	0	77.405
5	S	9741	1173	0	9747	35303	0	30.086
6	S	1281	-18808	0	1262	-33150	0	1.763
7	S	-376	7507	0	-352	32740	0	4.361
8	S	1739	-19849	0	1751	-33274	0	1.676

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01594	50.0	30.0	-0.00028	45.0	25.0	-0.03807	-45.0	-25.0
2	0.00350	-0.01553	-50.0	-30.0	-0.00020	-45.0	-25.0	-0.03721	45.0	25.0
3	0.00350	-0.01617	-50.0	-30.0	-0.00032	-45.0	-25.0	-0.03857	45.0	25.0
4	0.00350	-0.01440	-50.0	30.0	0.00002	45.0	25.0	-0.03480	-45.0	-25.0
5	0.00350	-0.01473	-50.0	30.0	-0.00004	45.0	25.0	-0.03548	-45.0	-25.0
6	0.00350	-0.01555	-50.0	-30.0	-0.00020	-45.0	-25.0	-0.03725	45.0	25.0
7	0.00350	-0.01573	50.0	30.0	-0.00024	45.0	25.0	-0.03763	-45.0	-25.0
8	0.00350	-0.01550	-50.0	-30.0	-0.00019	-45.0	-25.0	-0.03713	45.0	25.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
- C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000755870	-0.019176103		
2	0.000000000	-0.000740222	-0.018706665		
3	0.000000000	-0.000764898	-0.019446933		
4	0.000000000	0.000696288	-0.017388627		
5	0.000000000	0.000708776	-0.017763275		
6	0.000000000	-0.000740824	-0.018724720		
7	0.000000000	0.000747745	-0.018932356		
8	0.000000000	-0.000738718	-0.018661527		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
- Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
- Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
- Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
- Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
- Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
- Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
- Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
- D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
- K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
- Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-0.1	-50.0	30.0	-6	-22.5	-25.0	0	0		0.000
2	S	4.9	-50.0	30.0	-59	-45.0	-25.0	0	0		0.000
3	S	8.6	0.0	0.0	-120	22.5	25.0	0	0		0.000
4	S	2.2	-50.0	30.0	14	-45.0	-25.0	0	0		0.000
5	S	2.4	-50.0	30.0	1	-45.0	-25.0	0	0		0.000
6	S	20.1	50.0	-30.0	-247	22.5	25.0	0	0		0.000
7	S	7.8	-50.0	30.0	-99	-45.0	-25.0	0	0		0.000
8	S	21.2	0.0	0.0	-260	22.5	25.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-0.1	0.0	0.0	-5	22.5	25.0	0	0		0.000
2	S	1.9	-50.0	30.0	10	-22.5	-25.0	0	0		0.000
3	S	8.4	0.0	0.0	-116	22.5	25.0	0	0		0.000
4	S	1.9	-50.0	30.0	10	-45.0	-25.0	0	0		0.000
5	S	2.1	-50.0	30.0	1	-45.0	-25.0	0	0		0.000
6	S	13.2	50.0	-30.0	-164	22.5	25.0	0	0		0.000
7	S	5.7	-50.0	30.0	-73	-45.0	-25.0	0	0		0.000
8	S	17.0	0.0	0.0	-209	22.5	25.0	0	0		0.000

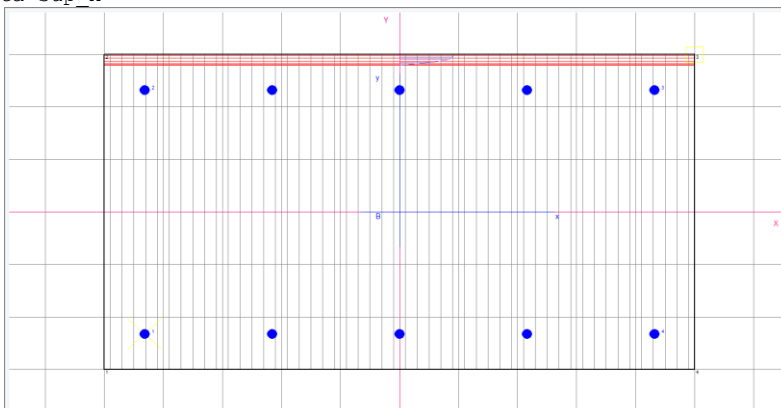
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

1	S	-0.1	0.0	0.0	-4	22.5	25.0	0	0	0.000
2	S	1.6	-50.0	30.0	2	-45.0	-25.0	0	0	0.000
3	S	8.1	0.0	0.0	-110	22.5	25.0	0	0	0.000
4	S	1.6	-50.0	30.0	2	-45.0	-25.0	0	0	0.000
5	S	1.6	-50.0	30.0	2	-45.0	-25.0	0	0	0.000
6	S	6.4	0.0	0.0	-82	22.5	25.0	0	0	0.000
7	S	0.9	-50.0	30.0	-15	-45.0	-25.0	0	0	0.000
8	S	8.6	0.0	0.0	-110	22.5	25.0	0	0	0.000

5.2.2.3 Momento Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: soletta sup_x



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	-30.00
2	-50.00	30.00

3	50.00	30.00
4	50.00	-30.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.20	-23.20	16
2	-43.20	23.20	16
3	43.20	23.20	16
4	43.20	-23.20	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-49703	2107	0	10	0
2	41085	-1719	0	10	0
3	-10573	-473	0	10	0
4	10114	8796	0	10	0
5	10520	10070	0	10	0
6	-4214	-9857	0	10	0
7	6728	307	0	10	0
8	-2513	-9546	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-19332	530	0
2	12753	-658	0
3	-10749	-753	0
4	8517	7013	0
5	7792	7459	0
6	-1403	-7290	0
7	6116	213	0
8	-210	-7058	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.

My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-14569	401	0
2	7691	6045	0
3	-8569	-864	0
4	7599	5986	0
5	7080	6317	0
6	1721	-5586	0
7	5314	132	0
8	-1880	-5434	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-9073	278	0
2	5758	4014	0
3	-5275	-989	0
4	5758	4014	0
5	5758	4014	0
6	1203	-1703	0
7	1659	37	0
8	-5184	-1195	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-49703	2107	0	-49698	8448	0	4.010
2	S	41085	-1719	0	41091	-31591	0	18.383
3	S	-10573	-473	0	-10572	-19039	0	40.286
4	S	10114	8796	0	10110	24077	0	2.737
5	S	10520	10070	0	10519	24177	0	2.401
6	S	-4214	-9857	0	-4219	-20586	0	2.088
7	S	6728	307	0	6722	23252	0	75.863
8	S	-2513	-9546	0	-2513	-21001	0	2.200

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00277	-0.03120	50.0	30.0	-0.00621	43.2	23.2	-0.06750	-43.2	-23.2
2	0.00350	-0.01135	-50.0	-30.0	-0.00043	-43.2	-23.2	-0.02723	43.2	23.2
3	0.00350	-0.01667	-50.0	-30.0	-0.00183	-43.2	-23.2	-0.03823	43.2	23.2
4	0.00350	-0.01436	-50.0	30.0	-0.00122	43.2	23.2	-0.03346	-43.2	-23.2
5	0.00350	-0.01432	-50.0	30.0	-0.00121	43.2	23.2	-0.03337	-43.2	-23.2
6	0.00350	-0.01592	-50.0	-30.0	-0.00164	-43.2	-23.2	-0.03668	43.2	23.2
7	0.00350	-0.01473	-50.0	30.0	-0.00132	43.2	23.2	-0.03421	-43.2	-23.2
8	0.00350	-0.01572	-50.0	-30.0	-0.00158	-43.2	-23.2	-0.03626	43.2	23.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
- C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001320820	-0.036856969		
2	0.000000000	-0.000577590	-0.013827704		
3	0.000000000	-0.000784327	-0.020029808		
4	0.000000000	0.000694746	-0.017342385		
5	0.000000000	0.000693032	-0.017290974		
6	0.000000000	-0.000755350	-0.019160485		
7	0.000000000	0.000708768	-0.017763025		
8	0.000000000	-0.000747404	-0.018922123		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
- Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
- Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
- Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
- Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
- Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
- Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
- Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
- D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
- K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
- Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-2.3	-50.0	30.0	-55	0.0	-23.2	0	0		0.000
2	S	3.0	50.0	-30.0	19	21.6	23.2	0	0		0.000
3	S	-0.6	0.0	0.0	-39	21.6	23.2	0	0		0.000
4	S	12.1	-50.0	30.0	-104	-43.2	-23.2	0	0		0.000
5	S	12.6	-50.0	30.0	-114	-43.2	-23.2	0	0		0.000
6	S	10.9	0.0	0.0	-133	21.6	23.2	0	0		0.000
7	S	1.3	-50.0	30.0	11	-43.2	-23.2	0	0		0.000
8	S	10.8	0.0	0.0	-126	21.6	23.2	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-1.7	-50.0	30.0	-42	-21.6	-23.2	0	0		0.000
2	S	10.5	-50.0	30.0	-89	-43.2	-23.2	0	0		0.000
3	S	0.0	0.0	0.0	-36	21.6	23.2	0	0		0.000
4	S	10.4	-50.0	30.0	-88	-43.2	-23.2	0	0		0.000
5	S	10.8	-50.0	30.0	-95	-43.2	-23.2	0	0		0.000
6	S	8.8	0.0	0.0	-95	21.6	23.2	0	0		0.000
7	S	1.0	-50.0	30.0	10	0.0	-23.2	0	0		0.000
8	S	8.0	0.0	0.0	-101	21.6	23.2	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

1	S	-1.0	-50.0	30.0	-27	0.0	-23.2	0	0	0.000
2	S	7.0	-50.0	30.0	-57	-43.2	-23.2	0	0	0.000
3	S	0.7	0.0	0.0	-30	21.6	23.2	0	0	0.000
4	S	7.0	-50.0	30.0	-57	-43.2	-23.2	0	0	0.000
5	S	7.0	-50.0	30.0	-57	-43.2	-23.2	0	0	0.000
6	S	2.8	0.0	0.0	-27	21.6	23.2	0	0	0.000
7	S	0.3	-50.0	30.0	3	0.0	-23.2	0	0	0.000
8	S	1.0	0.0	0.0	-34	21.6	23.2	0	0	0.000

5.2.3 Sbalzi soletta superiore

Tabella 5-3 combinazioni di verifica

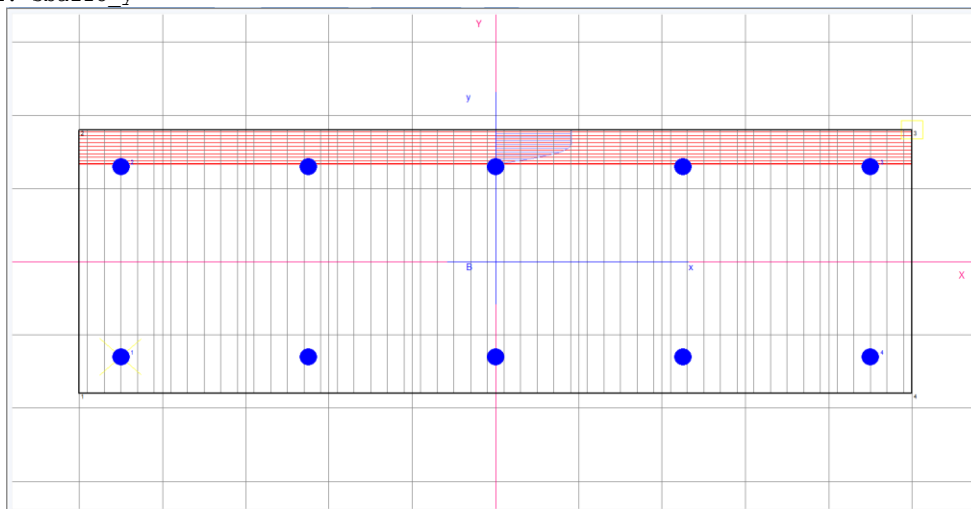
	Nx,Ed [kN/m]	Mx,Ed [kN/m]	Ny [kN/m]	My [kNm/m]
SLU/SLV	397	2	5	3
	-349	0	-6	2
	10	2	71	5
	-60	0	-28	3
	8	30	10	13
	-78	-29	3	10
	13	14	4	77
	22	-10	3	-5
SLE Rara	124	4	-4	12
	-105	8	6	56
	9	2	50	4
	49	5	-14	14
	11	22	8	10
	-50	-21	3	8
	0	11	3	57
	17	-8	2	-4
SLE frequente	94	3	-3	12
	-63	7	4	44
	9	1	40	3
	35	4	-11	13
	16	16	6	7
	-1	-16	3	1
	4	9	2	45
	17	-6	1	-3
SLE QP	58	3	-2	12
	-18	2	2	12
	13	-1	16	1
	0	1	-6	5
	43	3	-4	12
	17	-3	0	0
	36	3	-2	12
	10	-1	2	0

5.2.3.1 Armatura disposta

- Ø20/20 in direzione y;
- Ø16/20 in direzione x;

5.2.3.2 Momento M_y

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: sbalzo_y



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza $ec2$: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	-18.00
2	-50.00	18.00
3	50.00	18.00
4	50.00	-18.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	-13.00	20
2	-45.00	13.00	20
3	45.00	13.00	20
4	45.00	-13.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-502	277	0	10	0
2	642	248	0	10	0
3	-7071	487	0	10	0
4	2797	343	0	10	0
5	-986	1286	0	10	0
6	-288	1043	0	10	0
7	-421	7684	0	10	0
8	-271	-542	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	388	1225	0
2	-589	5568	0
3	-5044	361	0
4	1418	1365	0
5	-789	952	0
6	-251	840	0
7	-333	5692	0
8	-179	-394	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	270	1221	0
2	-412	4402	0
3	-3970	286	0
4	1134	1308	0
5	-628	736	0
6	-267	91	0
7	-213	4503	0
8	-143	-276	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	213	1199	0
2	-243	1209	0
3	-1623	65	0
4	581	542	0
5	400	1223	0
6	-37	25	0
7	182	1226	0
8	-227	-40	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-502	277	0	-481	18013	0	65.030
2	S	642	248	0	644	18164	0	73.331
3	S	-7071	487	0	-7099	17125	0	35.134
4	S	2797	343	0	2787	18451	0	53.731
5	S	-986	1286	0	-984	17946	0	13.954
6	S	-288	1043	0	-293	18038	0	17.300
7	S	-421	7684	0	-419	18022	0	2.345
8	S	-271	-542	0	-293	-18038	0	33.300

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)

Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00805	50.0	18.0	-0.00024	45.0	13.0	-0.01970	-45.0	-13.0
2	0.00350	-0.00797	-50.0	18.0	-0.00022	45.0	13.0	-0.01955	-45.0	-13.0
3	0.00350	-0.00847	50.0	18.0	-0.00038	45.0	13.0	-0.02056	-45.0	-13.0
4	0.00350	-0.00783	-50.0	18.0	-0.00017	45.0	13.0	-0.01927	-45.0	-13.0
5	0.00350	-0.00808	50.0	18.0	-0.00025	45.0	13.0	-0.01976	-45.0	-13.0
6	0.00350	-0.00803	50.0	18.0	-0.00024	45.0	13.0	-0.01967	-45.0	-13.0
7	0.00350	-0.00804	50.0	18.0	-0.00024	45.0	13.0	-0.01969	-45.0	-13.0
8	0.00350	-0.00803	-50.0	-18.0	-0.00024	-45.0	-13.0	-0.01967	45.0	13.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000748299	-0.009969380		
2	0.000000000	0.000743480	-0.009882641		
3	0.000000000	0.000776141	-0.010470538		
4	0.000000000	0.000734646	-0.009723620		
5	0.000000000	0.000750441	-0.010007931		
6	0.000000000	0.000747496	-0.009954924		
7	0.000000000	0.000748031	-0.009964561		
8	0.000000000	-0.000747496	-0.009954924		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	4.8	-50.0	18.0	-50	-45.0	-13.0	0	0		0.000
2	S	21.2	-50.0	18.0	-234	-45.0	-13.0	0	0		0.000
3	S	0.1	-50.0	18.0	-34	-45.0	-13.0	0	0		0.000
4	S	5.6	-50.0	18.0	-52	-45.0	-13.0	0	0		0.000
5	S	3.5	-50.0	18.0	-43	-45.0	-13.0	0	0		0.000
6	S	3.2	-50.0	18.0	-36	-45.0	-13.0	0	0		0.000
7	S	21.8	-50.0	18.0	-238	-45.0	-13.0	0	0		0.000
8	S	1.5	50.0	-18.0	-17	45.0	13.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	4.8	-50.0	18.0	-50	-45.0	-13.0	0	0		0.000
2	S	16.8	-50.0	18.0	-185	-45.0	-13.0	0	0		0.000
3	S	0.1	-50.0	18.0	-27	-45.0	-13.0	0	0		0.000
4	S	5.3	-50.0	18.0	-50	-45.0	-13.0	0	0		0.000
5	S	2.7	-50.0	18.0	-33	-45.0	-13.0	0	0		0.000
6	S	0.3	-50.0	18.0	-5	-45.0	-13.0	0	0		0.000
7	S	17.3	-50.0	18.0	-188	-45.0	-13.0	0	0		0.000
8	S	1.0	0.0	0.0	-12	22.5	13.0	0	0		0.000

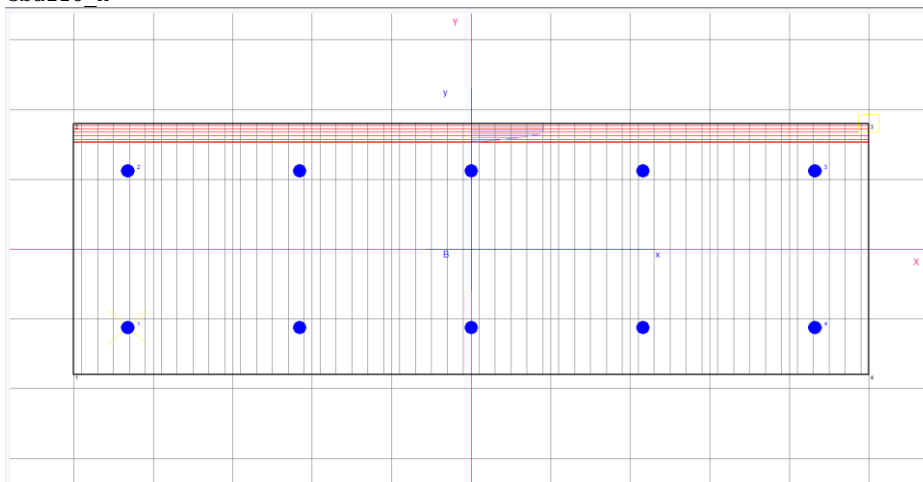
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	4.7	-50.0	18.0	-49	-45.0	-13.0	0	0		0.000
2	S	4.6	-50.0	18.0	-51	-45.0	-13.0	0	0		0.000
3	S	-0.1	-50.0	18.0	-9	-22.5	-13.0	0	0		0.000
4	S	2.2	-50.0	18.0	-20	-45.0	-13.0	0	0		0.000
5	S	4.8	-50.0	18.0	-49	-45.0	-13.0	0	0		0.000
6	S	0.1	-50.0	18.0	-1	-45.0	-13.0	0	0		0.000
7	S	4.8	-50.0	18.0	-50	-45.0	-13.0	0	0		0.000
8	S	0.1	50.0	-18.0	-3	22.5	13.0	0	0		0.000

5.2.3.3 Momento Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: sbalzo_x



Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40

Resis. compr. di calcolo fcd :	181.30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd' :	90.65 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	333458 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm :	30.20 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	160.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	99999.000 mm
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	160.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	128.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk :	4500.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd :	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	-18.00
2	-50.00	18.00
3	50.00	18.00
4	50.00	-18.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.20	-11.20	16
2	-43.20	11.20	16
3	43.20	11.20	16
4	43.20	-11.20	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-39659	217	0	10	0
2	34948	-33	0	10	0
3	-967	183	0	10	0
4	5955	-20	0	10	0
5	-817	2988	0	10	0
6	7833	-2915	0	10	0
7	-1262	1427	0	10	0
8	-2156	-994	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-12384	358	0
2	10494	850	0
3	-932	151	0
4	-4890	458	0
5	-1149	2152	0
6	5043	-2150	0
7	10	1060	0
8	-1661	-756	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-9394	337	0
2	6290	687	0
3	-874	126	0
4	-3472	411	0
5	-1576	1579	0
6	129	-1641	0
7	-439	854	0
8	-1744	-619	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-5805	297	0
2	1754	212	0
3	-1286	-117	0
4	-26	127	0
5	-4325	330	0
6	-1738	-301	0
7	-3554	326	0
8	-1007	-138	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-39659	217	0	-39664	6590	0	30.340
2	S	34948	-33	0	34957	-16473	0	505.293
3	S	-967	183	0	-952	12053	0	65.793
4	S	5955	-20	0	5967	-12911	0	652.068
5	S	-817	2988	0	-831	12068	0	4.040
6	S	7833	-2915	0	7843	-13143	0	4.509
7	S	-1262	1427	0	-1254	12016	0	8.421
8	S	-2156	-994	0	-2163	-11905	0	11.978

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01678	50.0	18.0	-0.00544	43.2	11.2	-0.03488	-43.2	-11.2
2	0.00350	-0.00574	-50.0	-18.0	-0.00057	-43.2	-11.2	-0.01398	43.2	11.2
3	0.00350	-0.00792	50.0	18.0	-0.00153	43.2	11.2	-0.01811	-43.2	-11.2
4	0.00350	-0.00748	-50.0	-18.0	-0.00134	-43.2	-11.2	-0.01729	43.2	11.2
5	0.00350	-0.00791	50.0	18.0	-0.00153	43.2	11.2	-0.01809	-43.2	-11.2
6	0.00350	-0.00736	-50.0	-18.0	-0.00129	-43.2	-11.2	-0.01706	43.2	11.2
7	0.00350	-0.00794	50.0	18.0	-0.00154	43.2	11.2	-0.01815	-43.2	-11.2
8	0.00350	-0.00801	-50.0	-18.0	-0.00157	-43.2	-11.2	-0.01828	43.2	11.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001314515	-0.020161273		
2	0.000000000	-0.000598729	-0.007277116		
3	0.000000000	0.000740062	-0.009821122		
4	0.000000000	-0.000711853	-0.009313347		
5	0.000000000	0.000739492	-0.009810864		
6	0.000000000	-0.000704159	-0.009174862		
7	0.000000000	0.000741487	-0.009846767		
8	0.000000000	-0.000745761	-0.009923703		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-1.7	-50.0	18.0	-62	-21.6	-11.2	0	0		0.000
2	S	6.3	-50.0	18.0	7	-43.2	-11.2	0	0		0.000
3	S	0.4	-50.0	18.0	-10	-43.2	-11.2	0	0		0.000
4	S	0.7	-50.0	18.0	-37	-43.2	-11.2	0	0		0.000
5	S	8.8	-50.0	18.0	-89	-43.2	-11.2	0	0		0.000
6	S	10.4	0.0	0.0	-65	43.2	11.2	0	0		0.000
7	S	4.5	-50.0	18.0	-42	-43.2	-11.2	0	0		0.000
8	S	2.8	50.0	-18.0	-36	43.2	11.2	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-1.0	-50.0	18.0	-49	-21.6	-11.2	0	0		0.000
2	S	4.5	-50.0	18.0	-3	-43.2	-11.2	0	0		0.000
3	S	0.3	-50.0	18.0	-8	-21.6	-11.2	0	0		0.000
4	S	0.8	-50.0	18.0	-30	-43.2	-11.2	0	0		0.000
5	S	6.3	-50.0	18.0	-68	-43.2	-11.2	0	0		0.000
6	S	7.0	0.0	0.0	-64	43.2	11.2	0	0		0.000
7	S	3.5	-50.0	18.0	-35	-43.2	-11.2	0	0		0.000
8	S	2.2	0.0	0.0	-31	43.2	11.2	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-0.2	-50.0	18.0	-34	-43.2	-11.2	0	0		0.000
2	S	1.3	-50.0	18.0	-2	-43.2	-11.2	0	0		0.000
3	S	0.2	50.0	-18.0	-10	21.6	11.2	0	0		0.000
4	S	0.5	-50.0	18.0	-5	-43.2	-11.2	0	0		0.000
5	S	0.3	-50.0	18.0	-30	-43.2	-11.2	0	0		0.000
6	S	0.8	50.0	-18.0	-19	21.6	11.2	0	0		0.000
7	S	0.5	-50.0	18.0	-26	-43.2	-11.2	0	0		0.000
8	S	0.3	50.0	-18.0	-9	43.2	11.2	0	0		0.000

5.2.4 Soletta inferiore

Tabella 5-4 combinazioni di verifica

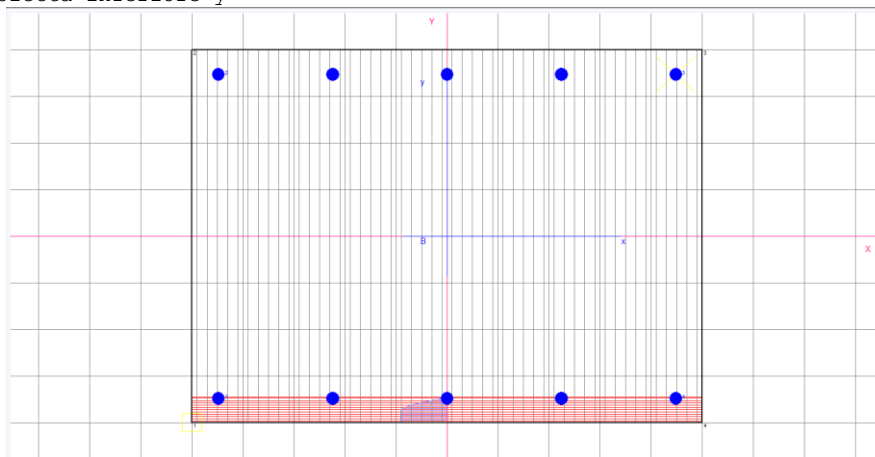
	Nx,Ed [kN/m]	Mx,Ed [kN/m]	Ny [kN/m]	My [kNm/m]
SLU/SLV	311	30	45	-67
	-1,609	-24	-188	71
	-285	-161	162	-30
	-1,604	-33	-190	69
	-375	358	-22	98
	-72	-272	-13	-2
	-218	60	19	449
	-70	-133	-108	-197
SLE Rara	52	-43	20	-3
	-746	6	-92	58
	-40	-171	64	65
	-381	142	-93	218
	-319	264	-17	72
	-84	-201	-9	-3
	-198	44	15	332
	-219	-83	-47	-36
SLE frequente	18	-38	21	4
	-674	9	-83	54
	-60	-159	55	52
	-352	131	-86	201
	-313	238	-16	65
	-96	-181	-14	-13
	-205	41	12	307
	-233	-83	-42	-28
SLE QP	-38	-32	16	1
	-598	15	-72	47
	-113	-141	44	43
	-322	114	-77	175
	-346	211	-17	58
	-125	-152	-15	-15
	-221	38	8	275
	-229	-78	-40	-23

5.2.4.1 Armatura disposta

- Ø24/20 in direzione y;
- Ø20/20 in direzione x;

5.2.4.2 Momento M_y

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: soletta inferiore y



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza $ec2$: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40
 N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	-40.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	-40.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-44.80	-34.80	24
2	-44.80	34.80	24
3	44.80	34.80	24
4	44.80	-34.80	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-4530	-6743	0	10	0
2	18839	7070	0	10	0
3	-16248	-3045	0	10	0
4	18975	6874	0	10	0
5	2221	9806	0	10	0
6	1269	-230	0	10	0
7	-1896	44918	0	10	0
8	10760	-19688	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1989	-320	0
2	9240	5778	0
3	-6376	6534	0
4	9312	21832	0
5	1731	7236	0
6	884	-273	0
7	-1494	33188	0
8	4674	-3632	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-2109	388	0
2	8323	5355	0
3	-5514	5211	0
4	8564	20118	0
5	1612	6532	0
6	1417	-1324	0
7	-1151	30671	0
8	4226	-2796	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1584	95	0
2	7231	4732	0
3	-4374	4265	0
4	7664	17515	0
5	1660	5809	0
6	1481	-1450	0
7	-756	27524	0
8	4011	-2347	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-4530	-6743	0	-4536	-62360	0	9.248
2	S	18839	7070	0	18841	70537	0	9.977
3	S	-16248	-3045	0	-16245	-58254	0	19.129
4	S	18975	6874	0	18970	70582	0	10.268
5	S	2221	9806	0	2227	64729	0	6.601
6	S	1269	-230	0	1270	-64394	0	279.974
7	S	-1896	44918	0	-1901	63283	0	1.409
8	S	10760	-19688	0	10769	-67720	0	3.440

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01883	-50.0	-40.0	0.00011	-44.8	-34.8	-0.04523	44.8	34.8
2	0.00350	-0.01667	-50.0	40.0	0.00044	44.8	34.8	-0.04051	-44.8	-34.8
3	0.00350	-0.01998	-50.0	-40.0	-0.00006	-44.8	-34.8	-0.04773	44.8	34.8
4	0.00350	-0.01666	-50.0	40.0	0.00044	44.8	34.8	-0.04048	-44.8	-34.8
5	0.00350	-0.01820	-50.0	40.0	0.00021	44.8	34.8	-0.04384	-44.8	-34.8
6	0.00350	-0.01829	-50.0	-40.0	0.00020	-44.8	-34.8	-0.04404	44.8	34.8
7	0.00350	-0.01859	50.0	40.0	0.00015	44.8	34.8	-0.04469	-44.8	-34.8
8	0.00350	-0.01737	-50.0	-40.0	0.00033	-44.8	-34.8	-0.04204	44.8	34.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000651435	-0.022557384		
2	0.000000000	0.000588323	-0.020032918		
3	0.000000000	-0.000684925	-0.023896988		
4	0.000000000	0.000587991	-0.020019655		
5	0.000000000	0.000632866	-0.021814634		
6	0.000000000	-0.000635519	-0.021920741		
7	0.000000000	0.000644250	-0.022270011		
8	0.000000000	-0.000608771	-0.020850827		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.0	50.0	-40.0	-7	22.4	34.8	0	0		0.000
2	S	5.6	-50.0	40.0	-43	-44.8	-34.8	0	0		0.000
3	S	4.4	-50.0	40.0	-78	-44.8	-34.8	0	0		0.000
4	S	18.2	-50.0	40.0	-208	-44.8	-34.8	0	0		0.000
5	S	5.9	-50.0	40.0	-71	-44.8	-34.8	0	0		0.000
6	S	0.3	0.0	0.0	-1	22.4	34.8	0	0		0.000
7	S	25.9	-50.0	40.0	-343	-44.8	-34.8	0	0		0.000
8	S	3.4	0.0	0.0	-29	22.4	34.8	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

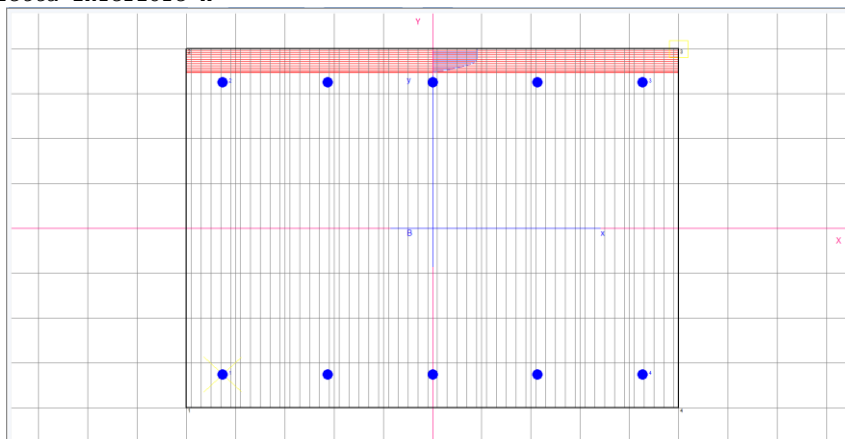
N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.1	50.0	40.0	-8	-44.8	-34.8	0	0		0.000
2	S	5.2	-50.0	40.0	-41	-44.8	-34.8	0	0		0.000
3	S	3.5	-50.0	40.0	-63	-44.8	-34.8	0	0		0.000
4	S	16.8	-50.0	40.0	-192	-44.8	-34.8	0	0		0.000
5	S	5.3	-50.0	40.0	-64	-44.8	-34.8	0	0		0.000
6	S	1.2	0.0	0.0	-11	22.4	34.8	0	0		0.000
7	S	24.0	-50.0	40.0	-317	-44.8	-34.8	0	0		0.000
8	S	2.7	0.0	0.0	-21	22.4	34.8	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-0.1	50.0	40.0	-4	-44.8	-34.8	0	0		0.000
2	S	4.6	-50.0	40.0	-36	-44.8	-34.8	0	0		0.000
3	S	2.8	-50.0	40.0	-51	-44.8	-34.8	0	0		0.000
4	S	14.7	-50.0	40.0	-166	-44.8	-34.8	0	0		0.000
5	S	4.8	-50.0	40.0	-57	-44.8	-34.8	0	0		0.000
6	S	1.3	0.0	0.0	-12	22.4	34.8	0	0		0.000
7	S	21.5	-50.0	40.0	-284	-44.8	-34.8	0	0		0.000
8	S	2.3	0.0	0.0	-17	22.4	34.8	0	0		0.000

5.2.4.3 Momento Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: soletta inferiore x



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	-40.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	-40.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-42.60	-32.60	20
2	-42.60	32.60	20
3	42.60	32.60	20
4	42.60	-32.60	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-31125	3033	0	10	0
2	160881	-2414	0	10	0
3	28497	-16062	0	10	0
4	160448	-3294	0	10	0
5	37522	35783	0	10	0
6	7195	-27165	0	10	0
7	21833	5986	0	10	0
8	6962	-13307	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-5180	-4293	0
2	74569	642	0
3	3988	-17104	0
4	38090	14205	0
5	31861	26381	0
6	8363	-20061	0
7	19796	4429	0
8	21903	-8291	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-1847	-3787	0
2	67376	927	0
3	6006	-15854	0
4	35176	13117	0
5	31254	23779	0
6	9618	-18084	0
7	20505	4111	0
8	23344	-8287	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	3792	-3171	0
2	59750	1472	0
3	11328	-14095	0
4	32158	11360	0
5	34587	21061	0
6	12499	-15238	0
7	22088	3831	0
8	22863	-7815	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.3 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-31125	3033	0	-31132	33925	0	11.185
2	S	160881	-2414	0	160896	-96690	0	40.057
3	S	28497	-16062	0	28481	-53919	0	3.357
4	S	160448	-3294	0	160433	-96547	0	29.314
5	S	37522	35783	0	37503	56929	0	1.591
6	S	7195	-27165	0	7197	-46797	0	1.723
7	S	21833	5986	0	21823	51694	0	8.635
8	S	6962	-13307	0	6984	-46726	0	3.511

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01951	50.0	40.0	-0.00147	42.6	32.6	-0.04522	-42.6	-32.6
2	0.00350	-0.00633	-50.0	-40.0	0.00138	-42.6	-32.6	-0.01732	42.6	32.6
3	0.00350	-0.01415	-50.0	-40.0	-0.00031	-42.6	-32.6	-0.03388	42.6	32.6
4	0.00350	-0.00635	-50.0	-40.0	0.00137	-42.6	-32.6	-0.01736	42.6	32.6
5	0.00350	-0.01345	-50.0	40.0	-0.00016	42.6	32.6	-0.03240	-42.6	-32.6
6	0.00350	-0.01594	-50.0	-40.0	-0.00070	-42.6	-32.6	-0.03767	42.6	32.6
7	0.00350	-0.01471	-50.0	40.0	-0.00043	42.6	32.6	-0.03505	-42.6	-32.6
8	0.00350	-0.01596	-50.0	-40.0	-0.00070	-42.6	-32.6	-0.03771	42.6	32.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000671081	-0.023343248		
2	0.000000000	-0.000286768	-0.007970725		
3	0.000000000	-0.000514847	-0.017093884		
4	0.000000000	-0.000287338	-0.007993533		
5	0.000000000	0.000494434	-0.016277361		
6	0.000000000	-0.000567077	-0.019183087		
7	0.000000000	0.000531041	-0.017741628		
8	0.000000000	-0.000567647	-0.019205895		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	3.0	0.0	0.0	-53	21.3	32.6	0	0		0.000
2	S	9.3	-50.0	40.0	125	21.3	-32.6	0	0		0.000
3	S	14.8	0.0	0.0	-168	21.3	32.6	0	0		0.000
4	S	16.4	-50.0	40.0	-78	-42.6	-32.6	0	0		0.000
5	S	25.9	-50.0	40.0	-214	-42.6	-32.6	0	0		0.000
6	S	17.8	0.0	0.0	-191	21.3	32.6	0	0		0.000
7	S	6.1	-50.0	40.0	-10	-42.6	-32.6	0	0		0.000
8	S	9.5	0.0	0.0	-46	21.3	32.6	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	3.0	50.0	-40.0	-42	21.3	32.6	0	0		0.000
2	S	8.7	-50.0	40.0	110	21.3	-32.6	0	0		0.000
3	S	14.0	0.0	0.0	-152	21.3	32.6	0	0		0.000
4	S	15.2	-50.0	40.0	-72	-42.6	-32.6	0	0		0.000
5	S	23.6	-50.0	40.0	-189	-42.6	-32.6	0	0		0.000
6	S	16.3	0.0	0.0	-168	21.3	32.6	0	0		0.000
7	S	5.9	-50.0	40.0	-6	-42.6	-32.6	0	0		0.000
8	S	9.7	0.0	0.0	-44	21.3	32.6	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	3.1	0.0	0.0	-26	21.3	32.6	0	0		0.000
2	S	8.3	-50.0	40.0	91	21.3	-32.6	0	0		0.000
3	S	13.2	0.0	0.0	-125	42.6	32.6	0	0		0.000
4	S	13.3	-50.0	40.0	-60	-42.6	-32.6	0	0		0.000
5	S	21.8	-50.0	40.0	-155	-42.6	-32.6	0	0		0.000
6	S	14.3	0.0	0.0	-134	21.3	32.6	0	0		0.000
7	S	5.8	-50.0	40.0	0	-42.6	-32.6	0	0		0.000
8	S	9.3	0.0	0.0	-40	21.3	32.6	0	0		0.000

5.2.5 spalle

Tabella 5-5 combinazioni di verifica

	Nx,Ed [kN/m]	Mx,Ed [kN/m]	Ny [kN/m]	My [kNm/m]
SLU/SLV	161	20	-153	121
	-192	28	-404	159
	12	10	88	9
	-87	44	-502	224
	22	107	-140	19
	16	-148	-157	-111
	-87	45	-502	224
	11	-148	-151	-112
SLE Rara	97	-48	-189	-49
	-131	14	-193	89
	0	9	52	0
	-73	32	-368	160
	16	53	-41	15
	61	-59	-171	-54
	-73	32	-368	160
76	-55	-212	-57	
SLE frequente	87	-30	-201	-39
	-108	11	-157	73
	1	9	44	-1
	-59	30	-338	150
	15	52	-44	14
	56	-59	-165	-54
	-59	30	-338	150
65	-56	-192	-56	
SLE QP	71	-33	-166	-39
	-63	4	-80	40
	3	9	30	-1
	-44	26	-288	132
	14	51	-49	12
	46	-58	-152	-53
	-44	26	-288	132
46	-58	-152	-53	

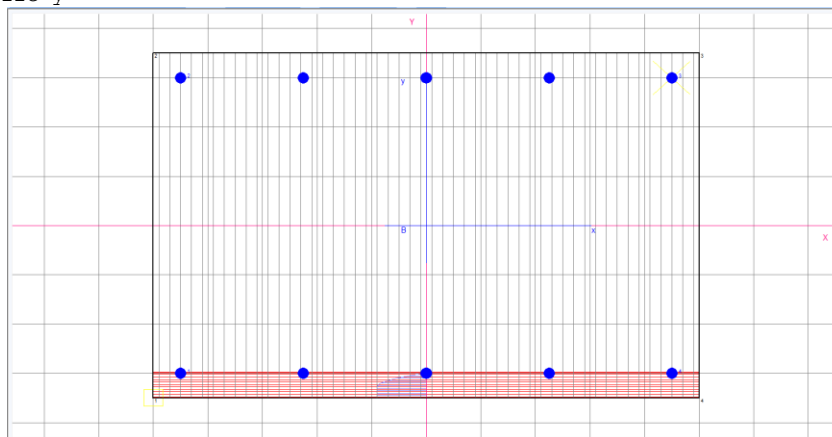
5.2.5.1 Armatura disposta

- Ø20/20 in direzione y;
- Ø20/20 in direzione x;

5.2.5.2 Momento My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: spalle y



Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 200000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

1	-50.00	-35.00
2	-50.00	35.00
3	50.00	35.00
4	50.00	-35.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-45.00	-30.00	20
2	-45.00	30.00	20
3	45.00	30.00	20
4	45.00	-30.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	15346	12132	0	10	0
2	40434	15889	0	10	0
3	-8762	851	0	10	0
4	50178	22435	0	10	0
5	14021	1914	0	10	0
6	15690	-11077	0	10	0
7	50169	22441	0	10	0
8	15119	-11200	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	18872	-4891	0
2	19349	8869	0
3	-5225	3	0
4	36759	15953	0
5	4090	1463	0
6	17124	-5430	0
7	36752	15956	0
8	21209	-5710	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	20070	-3937	0
2	15661	7310	0
3	-4397	-57	0
4	33843	14958	0
5	4373	1368	0
6	16473	-5369	0
7	33841	14959	0
8	19204	-5554	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	16612	-3925	0
2	7999	4020	0
3	-3016	-143	0
4	28832	13237	0
5	4902	1220	0
6	15157	-5263	0
7	28832	13237	0
8	15157	-5263	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	15346	12132	0	15374	43643	0	3.597
2	S	40434	15889	0	40416	51205	0	3.223
3	S	-8762	851	0	-8790	36301	0	42.677
4	S	50178	22435	0	50179	54136	0	2.413
5	S	14021	1914	0	13996	43226	0	22.590
6	S	15690	-11077	0	15700	-43743	0	3.949
7	S	50169	22441	0	50179	54136	0	2.412
8	S	15119	-11200	0	15112	-43564	0	3.890

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01712	-50.0	35.0	0.00006	-45.0	30.0	-0.04117	-45.0	-30.0
2	0.00350	-0.01444	-50.0	35.0	0.00051	-45.0	30.0	-0.03538	-45.0	-30.0
3	0.00350	-0.01999	50.0	35.0	-0.00042	45.0	30.0	-0.04740	-45.0	-30.0
4	0.00350	-0.01349	-50.0	35.0	0.00067	-45.0	30.0	-0.03331	-45.0	-30.0
5	0.00350	-0.01728	-50.0	35.0	0.00004	-45.0	30.0	-0.04151	-45.0	-30.0
6	0.00350	-0.01708	-50.0	-35.0	0.00007	-45.0	-30.0	-0.04108	45.0	30.0
7	0.00350	-0.01349	-50.0	35.0	0.00067	-45.0	30.0	-0.03331	-45.0	-30.0
8	0.00350	-0.01715	-50.0	-35.0	0.00006	-45.0	-30.0	-0.04123	45.0	30.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000687192	-0.020551720		
2	0.000000000	0.000598128	-0.017434467		
3	0.000000000	0.000783127	-0.023909447		
4	0.000000000	0.000566319	-0.016321162		
5	0.000000000	0.000692536	-0.020738755		
6	0.000000000	-0.000685920	-0.020507188		
7	0.000000000	0.000566319	-0.016321162		
8	0.000000000	-0.000688210	-0.020587346		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.7	0.0	0.0	-29	45.0	30.0	0	0		0.000
2	S	12.0	-50.0	35.0	-83	22.5	-30.0	0	0		0.000
3	S	-0.7	50.0	35.0	-11	22.5	-30.0	0	0		0.000
4	S	21.9	-50.0	35.0	-145	22.5	-30.0	0	0		0.000
5	S	2.1	-50.0	35.0	-12	22.5	-30.0	0	0		0.000
6	S	8.1	0.0	0.0	-40	22.5	30.0	0	0		0.000
7	S	21.9	-50.0	35.0	-145	22.5	-30.0	0	0		0.000
8	S	8.9	0.0	0.0	-36	45.0	30.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

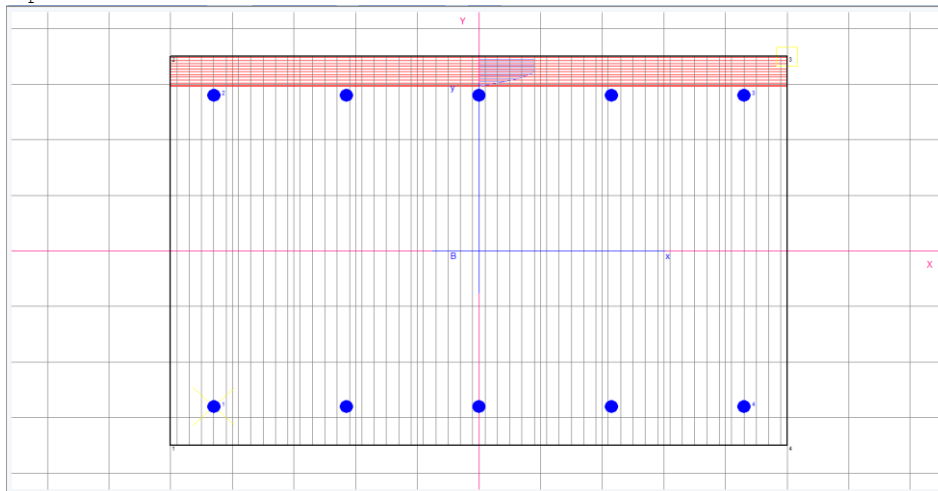
N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	6.9	0.0	0.0	-14	45.0	30.0	0	0		0.000
2	S	9.9	-50.0	35.0	-69	22.5	-30.0	0	0		0.000
3	S	-0.5	50.0	-35.0	-10	22.5	30.0	0	0		0.000
4	S	20.5	-50.0	35.0	-137	22.5	-30.0	0	0		0.000
5	S	2.0	-50.0	35.0	-10	22.5	-30.0	0	0		0.000
6	S	7.9	0.0	0.0	-41	22.5	30.0	0	0		0.000
7	S	20.5	-50.0	35.0	-137	22.5	-30.0	0	0		0.000
8	S	8.5	0.0	0.0	-38	22.5	30.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	6.4	0.0	0.0	-20	22.5	30.0	0	0		0.000
2	S	5.4	-50.0	35.0	-39	22.5	-30.0	0	0		0.000
3	S	-0.3	0.0	0.0	-8	-45.0	30.0	0	0		0.000
4	S	18.0	-50.0	35.0	-124	22.5	-30.0	0	0		0.000
5	S	2.0	-50.0	35.0	-7	22.5	-30.0	0	0		0.000
6	S	7.6	0.0	0.0	-42	22.5	30.0	0	0		0.000
7	S	18.0	-50.0	35.0	-124	22.5	-30.0	0	0		0.000
8	S	7.6	0.0	0.0	-42	22.5	30.0	0	0		0.000

5.2.5.3 Momento Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: spalle x



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 160.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 128.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	-35.00
2	-50.00	35.00
3	50.00	35.00
4	50.00	-35.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-43.00	-28.00	20
2	-43.00	28.00	20
3	43.00	28.00	20
4	43.00	-28.00	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-16135	2041	0	10	0
2	19183	2845	0	10	0
3	-1229	979	0	10	0
4	8727	4433	0	10	0
5	-2185	10654	0	10	0
6	-1628	-14826	0	10	0
7	8731	4451	0	10	0
8	-1081	-14787	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-9657	-4846	0
2	13098	1428	0
3	-42	889	0
4	7332	3230	0
5	-1571	5320	0
6	-6100	-5938	0
7	7336	3242	0
8	-7573	-5540	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-8656	-3050	0
2	10827	1092	0
3	-138	877	0
4	5938	3009	0
5	-1483	5238	0
6	-5556	-5882	0
7	5940	3009	0
8	-6507	-5600	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-7131	-3349	0
2	6260	360	0
3	-288	871	0
4	4439	2582	0
5	-1354	5111	0
6	-4631	-5811	0
7	4439	2582	0
8	-4631	-5811	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-16135	2041	0	-16128	33658	0	16.492
2	S	19183	2845	0	19197	43846	0	15.411
3	S	-1229	979	0	-1223	37962	0	38.788
4	S	8727	4433	0	8710	40828	0	9.210
5	S	-2185	10654	0	-2190	37683	0	3.537
6	S	-1628	-14826	0	-1618	-37848	0	2.553
7	S	8731	4451	0	8710	40828	0	9.174
8	S	-1081	-14787	0	-1073	-38005	0	2.570

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01606	50.0	35.0	-0.00106	43.0	28.0	-0.03758	-43.0	-28.0
2	0.00350	-0.01313	-50.0	35.0	-0.00038	21.5	28.0	-0.03142	-43.0	-28.0
3	0.00350	-0.01476	50.0	35.0	-0.00076	43.0	28.0	-0.03485	-43.0	-28.0
4	0.00350	-0.01397	-50.0	35.0	-0.00058	43.0	28.0	-0.03319	-43.0	-28.0
5	0.00350	-0.01485	50.0	35.0	-0.00078	43.0	28.0	-0.03503	-43.0	-28.0
6	0.00350	-0.01480	-50.0	-35.0	-0.00077	-43.0	-28.0	-0.03493	43.0	28.0
7	0.00350	-0.01397	-50.0	35.0	-0.00058	43.0	28.0	-0.03319	-43.0	-28.0
8	0.00350	-0.01475	-50.0	-35.0	-0.00076	-43.0	-28.0	-0.03483	43.0	28.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000652122	-0.019324287		
2	0.000000000	0.000554310	-0.015900865		
3	0.000000000	0.000608738	-0.017805834		
4	0.000000000	0.000582445	-0.016885559		
5	0.000000000	0.000611630	-0.017907064		
6	0.000000000	-0.000609921	-0.017847246		
7	0.000000000	0.000582445	-0.016885559		
8	0.000000000	-0.000608344	-0.017792029		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	4.0	0.0	0.0	-82	21.5	28.0	0	0		0.000
2	S	3.3	-50.0	35.0	8	-43.0	-28.0	0	0		0.000
3	S	1.0	-50.0	35.0	-12	-43.0	-28.0	0	0		0.000
4	S	4.5	-50.0	35.0	-27	-43.0	-28.0	0	0		0.000
5	S	5.6	-50.0	35.0	-72	-21.5	-28.0	0	0		0.000
6	S	5.6	50.0	-35.0	-90	21.5	28.0	0	0		0.000
7	S	4.5	-50.0	35.0	-27	-43.0	-28.0	0	0		0.000
8	S	5.0	50.0	-35.0	-87	21.5	28.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	2.1	0.0	0.0	-57	21.5	28.0	0	0		0.000
2	S	2.6	-50.0	35.0	8	-43.0	-28.0	0	0		0.000
3	S	0.9	-50.0	35.0	-12	-43.0	-28.0	0	0		0.000
4	S	4.1	-50.0	35.0	-27	-43.0	-28.0	0	0		0.000
5	S	5.5	-50.0	35.0	-71	-21.5	-28.0	0	0		0.000
6	S	5.6	0.0	0.0	-88	21.5	28.0	0	0		0.000
7	S	4.1	-50.0	35.0	-27	-43.0	-28.0	0	0		0.000
8	S	5.2	0.0	0.0	-86	21.5	28.0	0	0		0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	2.7	0.0	0.0	-58	21.5	28.0	0	0		0.000
2	S	1.2	-50.0	35.0	8	-21.5	-28.0	0	0		0.000
3	S	0.9	-50.0	35.0	-12	-43.0	-28.0	0	0		0.000
4	S	3.4	-50.0	35.0	-25	-43.0	-28.0	0	0		0.000
5	S	5.4	-50.0	35.0	-69	-43.0	-28.0	0	0		0.000
6	S	5.7	0.0	0.0	-85	21.5	28.0	0	0		0.000
7	S	3.4	-50.0	35.0	-25	-43.0	-28.0	0	0		0.000
8	S	5.7	0.0	0.0	-85	21.5	28.0	0	0		0.000

5.3 VERIFICHE A TAGLIO

5.3.1 Setti longitudinali

	Sy,Ed	Sx,Ed
	[kN]	[kN]
ENV SLU/SLV	149.77	197.79

Figura 5-1 azioni taglianti di verifica

5.3.1.1 Azione tagliante Sy

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32 [MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13 [MPa]
	α_{cc} :	0.85 [-]
	γ_c :	1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	700	[mm]
Altezza utile d	650	[mm]
Braccio della coppia interna z	585	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	700000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{sl}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00242	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.55	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	149.77	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	149.77	[kN]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/4} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.38	149.77	249.47

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

5.3.1.2 Azione tagliante S_x

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32 [MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13 [MPa]
	α_{cc} :	0.85 [-]
	γ_c :	1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	700	[mm]
Altezza utile d	630	[mm]
Braccio della coppia interna z	567	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	700000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{sl}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00249	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.56	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	197.79	[kN]
Controtaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	197.79	[kN]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{\min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.39	197.79	243.84

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

5.3.2 Soletta superiore

	Sy,Ed [kN]	Sx,Ed [kN]
ENV SLU/SLV	265.91	208.41

Figura 5-2 azioni taglianti di verifica

5.3.2.1 Armature disposte

Nella soletta superiore si dispongono spilli $\phi 12/40/40$.

5.3.2.2 Azione tagliante Sy

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32	[MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13	[MPa]
	α_{cc} :	0.85	[-]
	γ_c :	1.5	[-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450	[MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3	[MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	600	[mm]
Altezza utile d	550	[mm]
Braccio della coppia interna z	495	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	600000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ	0.00286	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.6	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{tEd}	265.91	[kN]
Controtaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	265.91	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
Area staffe A_{sw}	282.7	[mm ²]
Passo staffe s_w	400	[mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg \alpha + \ctg \theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg \alpha + \ctg \theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

A_{sw} area dell'armatura trasversale [mm²];

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrane non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$

1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$

$2,5 (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{\min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.4	265.91	221.2

Verifica non soddisfatta. E' necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

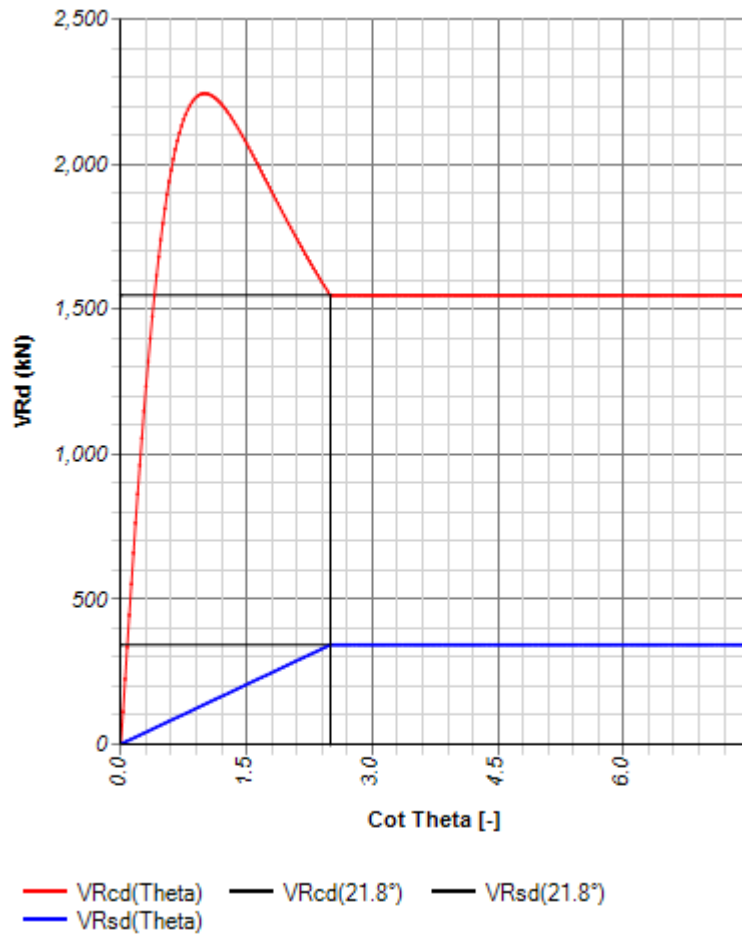
$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	342.24	342.24	1547.59	265.91	342.24

Incremento della forza di trazione longitudinale

$$\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha) = 332.39 \text{ kN}$$

Tensione nell'armatura longitudinale

$$\Delta \sigma_{td} = \Delta F_{td} / A_{sl} = 211.6 \text{ MPa}$$



Verifica soddisfatta con l'armatura a taglio predisposta.

5.3.2.3 Azione tagliante S_x

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32	[MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13	[MPa]
	α_{cc} :	0.85	[-]
	γ_c :	1.5	[-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	600	[mm]
Altezza utile d	532	[mm]
Braccio della coppia interna z	478.8	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	600000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{sl}	1005.31	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00189	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.61	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	208.41	[kN]
Controtaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	208.41	[kN]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{\min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.41	208.41	215.81

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

5.3.3 Sbalzi soletta superiore

	Sy,Ed [kN]	Sx,Ed [kN]
ENV SLU/SLV	125.4	192

Figura 5-3 azioni taglianti di verifica

5.3.3.1 Armature disposte

Si dispongono degli spilli $\varnothing 12/20/40$.

5.3.3.2 Azione tagliante Sy

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32	[MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13	[MPa]
	α_{cc} :	0.85	[-]
	γ_c :	1.5	[-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	350	[mm]
Altezza utile d	300	[mm]
Braccio della coppia interna z	270	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	350000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{sl}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00524	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.82	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	125.4	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	125.4	[kN]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

$$f_{ck} \text{ espresso in MPa}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/4} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.48	125.4	167.34

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

5.3.3.3 Azione tagliante S_x

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32 [MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13 [MPa]
	α_{cc} :	0.85 [-]
	γ_c :	1.5 [-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450 [MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3 [MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	350	[mm]
Altezza utile d	282	[mm]
Braccio della coppia interna z	253.8	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	350000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	1005.31	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00356	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.84	[-]
k_1	0.15	[-]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	192	[kN]
Controtaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	192	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
Area staffe A_{sw}	282.7	[mm ²]
Passo staffe s_w	200	[mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
 b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2.5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yld} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

A_{sw}	area dell'armatura trasversale [mm ²];
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];
α	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
$v f_{cd}$	resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;
α_c	coefficiente maggiorativo pari a
	1 per membrature non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
	$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

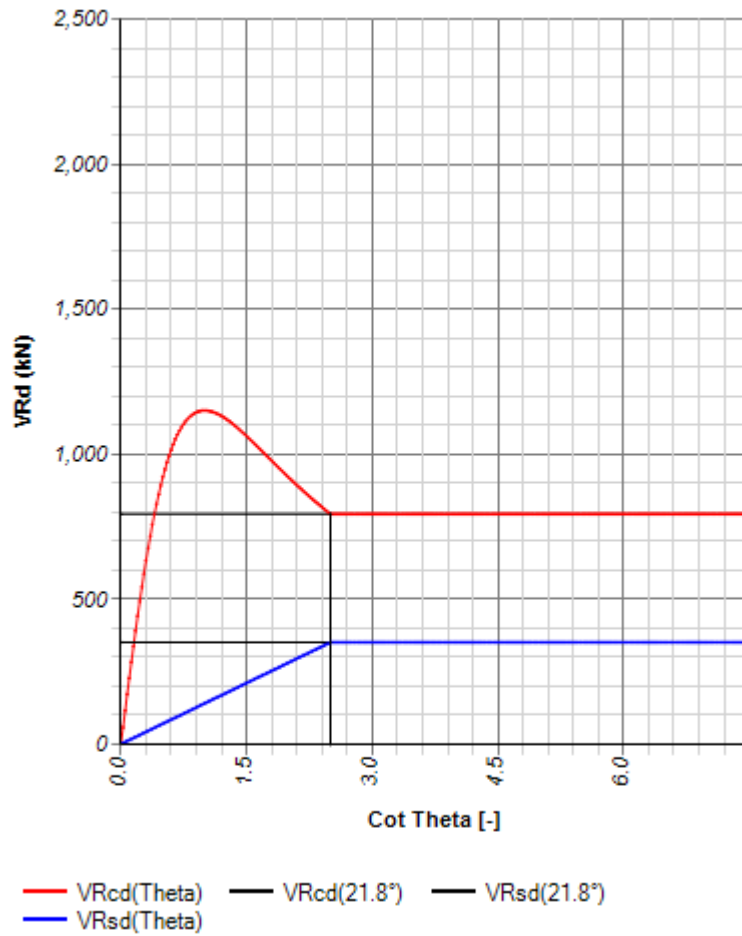
v_{min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.5	192	140.33

Verifica non soddisfatta. E' necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	350.95	350.95	793.49	192	350.95

Incremento della forza di trazione longitudinale	$\Delta F_{ld} = 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha)$	= 240 kN
Tensione nell'armatura longitudinale	$\Delta \sigma_{ld} = \Delta F_{ld} / A_{sl}$	= 238.73 MPa



Verifica soddisfatta con l'armatura a taglio predisposta.

5.3.4 Soletta inferiore

	S _{y,Ed} [kN]	S* _{y,Ed} [kN]	S _{x,Ed} [kN]	S* _{x,Ed} [kN]
ENV SLU/SLV	667.88	410.26	836.88	219.15

Figura 5-4 azioni taglianti di verifica

(*) con l'asterisco si indicano i valori ottenuti depurando le sollecitazioni di output dai valori singolari privi di interesse ingegneristico.

5.3.4.1 Armature disposte

Nella soletta superiore si dispone un'armatura pari a $A_s = 707 \text{ mm}^2$

5.3.4.2 Azione tagliante S_y

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32	[MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13	[MPa]
	α_{cc} :	0.85	[-]
	γ_c :	1.5	[-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450	[MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3	[MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	800	[mm]
Altezza utile d	748	[mm]
Braccio della coppia interna z	673.2	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	800000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	2261.95	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ	0.00302	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.52	[-]
k_1	0.15	[-]

CARATTERISTICHE DI PRECOMPRESSIONE

$N_{Ed,cp}$	0	[kN]
σ_{cp}	0	[MPa]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{tEd}	410	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	410	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
------------------------------------	-----------	-----

Area staffe A_{sw} **707** [mm²]
 Passo staffe s_w **1000** [mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/4} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yld} \cdot (\ctg \alpha + \ctg \theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg \alpha + \ctg \theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

A_{sw} area dell'armatura trasversale [mm²];

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

v_{fcd} resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$

1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$

$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{\min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.37	410	290.18

Verifica non soddisfatta. E' necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

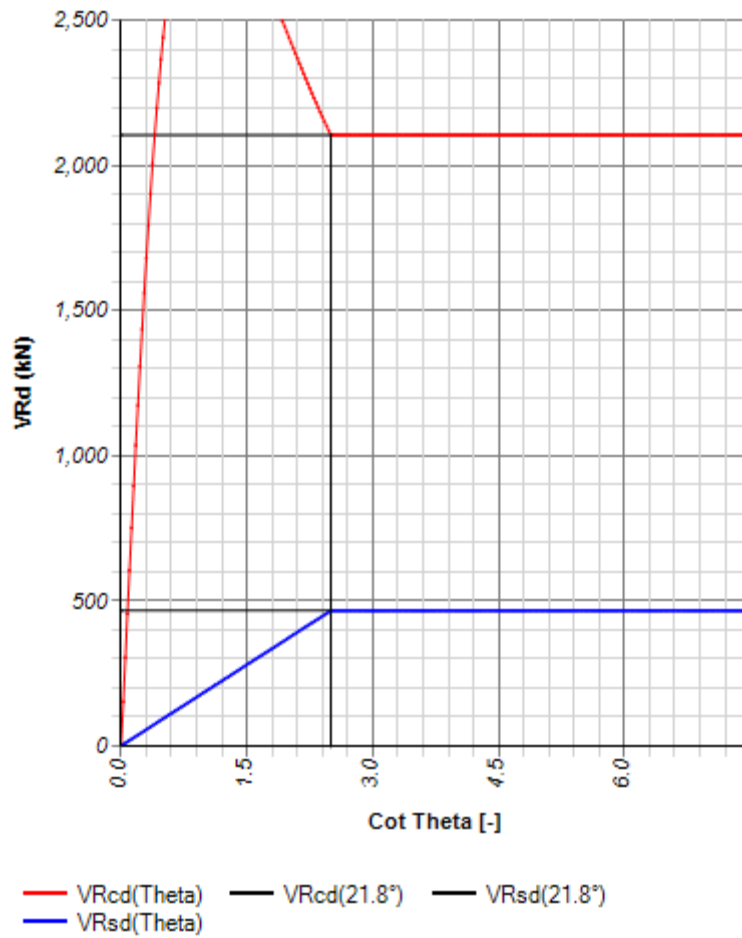
$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	465.61	465.61	2104.72	410	465.61

Incremento della forza di trazione longitudinale $\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha) = \mathbf{512.5 \text{ kN}}$

Tensione nell'armatura longitudinale

$$\Delta\sigma_{td} = \Delta F_{td} / A_{sI}$$

= 226.57 MPa



Verifica soddisfatta con l'armatura a taglio predisposta.

5.3.4.3 Azione tagliante S_x

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32 [MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13 [MPa]
	α_{cc} :	0.85 [-]
	γ_c :	1.5 [-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450 [MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3 [MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	800	[mm]
Altezza utile d	726	[mm]
Braccio della coppia interna z	653.4	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	800000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00216	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.52	[-]
k_1	0.15	[-]

CARATTERISTICHE DI PRECOMPRESSIONE

$N_{Ed,cp}$	0	[kN]
σ_{cp}	0	[MPa]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	219.15	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	219.15	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
Area staffe A_{sw}	707	[mm ²]
Passo staffe s_w	1000	[mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (\nu_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yld} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

A_{sw} area dell'armatura trasversale [mm²];

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$

1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$

$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.37	219.15	270.66

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	451.91	451.91	2042.81	219.15	451.91

Incremento della forza di trazione longitudinale

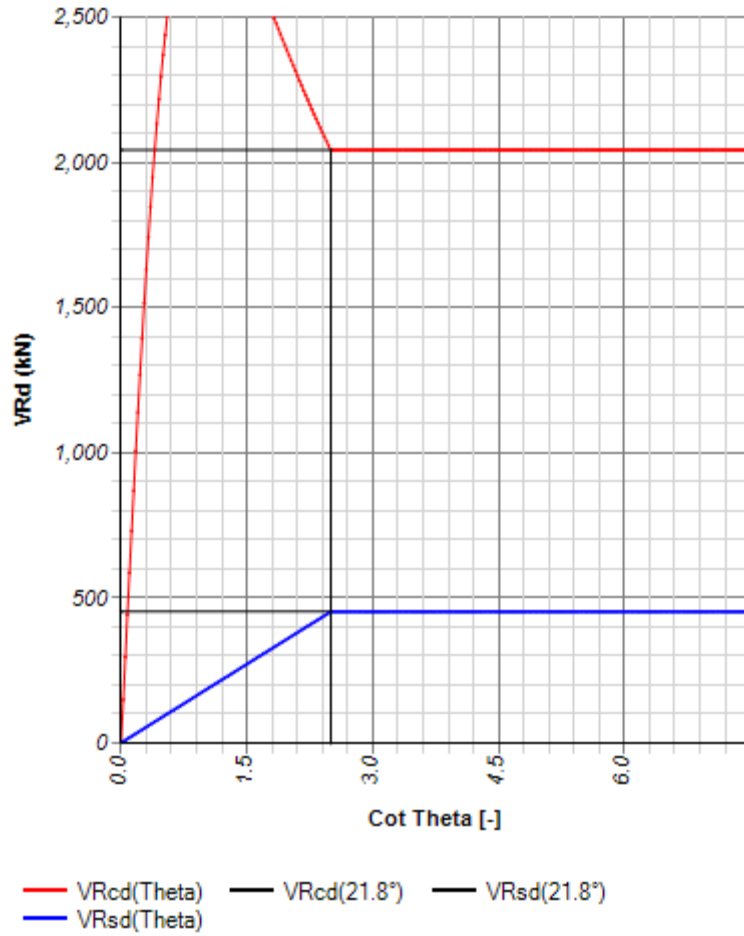
$$\Delta F_{ld} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha)$$

$$= 273.94 \text{ kN}$$

Tensione nell'armatura longitudinale

$$\Delta \sigma_{ld} = \Delta F_{ld} / A_{sl}$$

$$= 174.39 \text{ MPa}$$



Verifica non necessaria.

5.3.5 spalle

	Sy,Ed	Sx,Ed
	[kN]	[kN]
ENV SLU/SLV	283	229.7

Figura 5-5 azioni taglianti di verifica

5.3.5.1 Armature disposte

si dispongono spilli $\phi 12/40/40$.

5.3.5.2 Azione tagliante Sy

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32	[MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13	[MPa]
	α_{cc} :	0.85	[-]
	γ_c :	1.5	[-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450	[MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3	[MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	700	[mm]
Altezza utile d	650	[mm]
Braccio della coppia interna z	585	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	700000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ	0.00242	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.55	[-]
k_1	0.15	[-]

CARATTERISTICHE DI PRECOMPRESSIONE

$N_{Ed,cp}$	0	[kN]
σ_{cp}	0	[MPa]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	283	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	283	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
Area staffe A_{sw}	282.7	[mm ²]

Passo staffe s_w **400** [mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cotg \alpha + \cotg \theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

A_{sw} area dell'armatura trasversale [mm²];

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$

1,25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$

$2,5 (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

v_{\min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.38	283	249.47

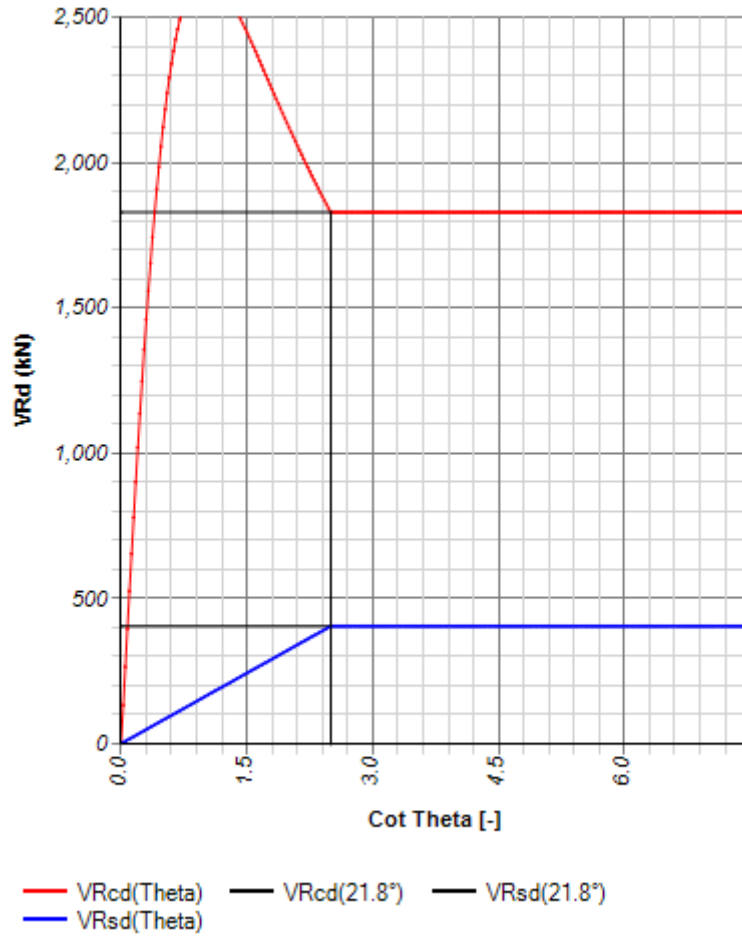
Verifica non soddisfatta. E' necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	404.46	404.46	1828.97	283	404.46

Incremento della forza di trazione longitudinale $\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha) = \mathbf{353.75 \text{ kN}}$

Tensione nell'armatura longitudinale $\Delta \sigma_{td} = \Delta F_{td} / A_{sl} = \mathbf{225.2 \text{ MPa}}$



Verifica soddisfatta con l'armatura a taglio predisposta.

5.3.5.3 Azione tagliante S_x

DATI GENERALI

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C. 2018
Forma della sezione:	Rettangolare

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. caratteristica f_{ck} :	32 [MPa]
	Resistenza compress. di calcolo f_{cd} :	18.13 [MPa]
	α_{cc} :	0.85 [-]
	γ_c :	1.5 [-]
ACCIAIO -	Tipo 1:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450 [MPa]
	Resist. a snerv. di calcolo f_{yd} :	391.3 [MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w	1000	[mm]
Altezza H	700	[mm]
Altezza utile d	630	[mm]
Braccio della coppia interna z	567	[mm]
Area di calcestruzzo A_c	700000	[mm ²]
Area tesa longitudinale A_{st}	1570.8	[mm ²]
Rapporto geometrico ρ_l	0.00249	[-]
$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
k	1.56	[-]
k_1	0.15	[-]

CARATTERISTICHE DI PRECOMPRESSIONE

$N_{Ed,cp}$	0	[kN]
σ_{cp}	0	[MPa]

S.L.U. - AZIONE TAGLIANTE DI PROGETTO

Taglio di progetto V_{Ed}	229.7	[kN]
Controttaglio di progetto V_{ctEd}	0	[kN]
Taglio di verifica V_{Ed}	229.7	[kN]

ARMATURE A TAGLIO

Inclinazione del puntone di cls θ	21.8	[°]
α_{cw}	1	[-]

Armatura tipo 1:

Inclinazione delle staffe α	90	[°]
Area staffe A_{sw}	282.7	[mm ²]
Passo staffe s_w	400	[mm]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

La verifica è condotta dapprima trascurando la presenza di eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018:

In cui, con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio V_{Rd} si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (\nu_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
 $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;
 $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
 b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui la verifica precedentemente esposta non sia soddisfatta si procede ad eseguire la verifica considerando eventuale armatura resistente al taglio, in accordo a quanto riportato al §4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018.

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

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti

$$1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio V_{Rd} risulta dunque data dalla minore calcolata considerando i diversi elementi resistenti:

- Resistenza dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yld} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin \alpha$$

- Resistenza del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$$

- Resistenza V_{Rd}

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

dove:

- A_{sw} area dell'armatura trasversale [mm²];
 s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm];
 α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
 $v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;
 α_c coefficiente maggiorativo pari a
- | | |
|--------------------------------|--|
| 1 | per membrature non compresse |
| $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ | per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$ |
| 1,25 | per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$ |
| $2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ | per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$ |

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICA SENZA ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.1]

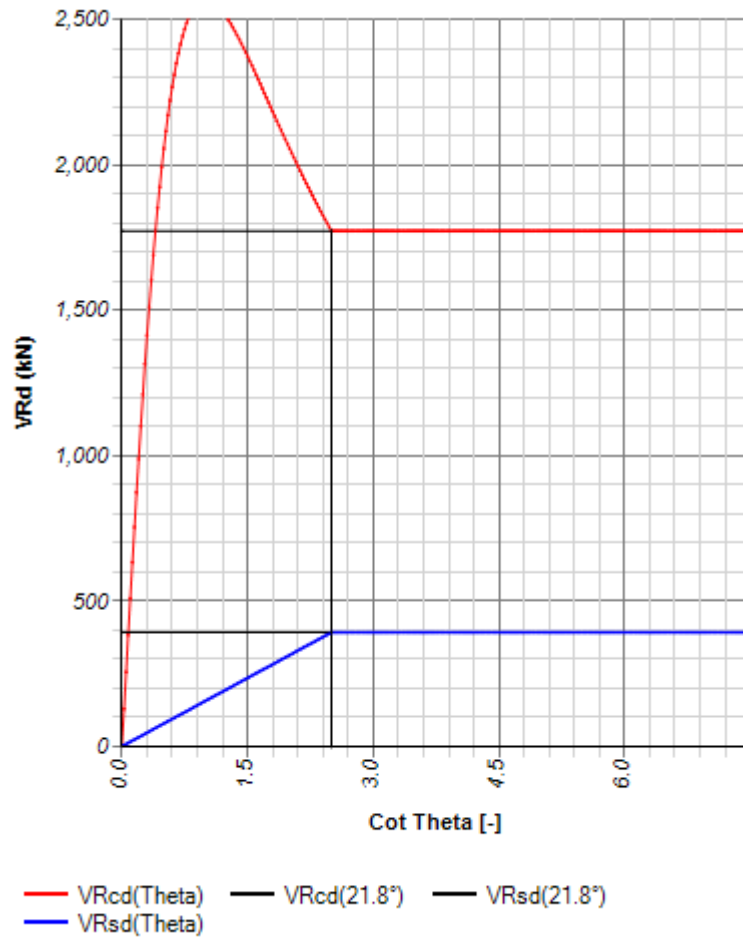
v_{min} [MPa]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]
0.39	229.7	243.84

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

VERIFICA CON ARMATURE RESISTENTI A TAGLIO [NTC 2018 §4.1.2.3.5.2]

$\cotan \theta$ [-]	α_{cw} [-]	v_1 [-]	$V_{Rd,s1}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
2.5	1	0.5	392.02	392.02	1772.69	229.7	392.02

Incremento della forza di trazione longitudinale $\Delta F_{ld} = 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cotg \theta - \cotg \alpha) = \mathbf{287.13 \text{ kN}}$
 Tensione nell'armatura longitudinale $\Delta \sigma_{ld} = \Delta F_{ld} / A_{sl} = \mathbf{182.79 \text{ MPa}}$



Verifica non necessaria.

6 VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO

- Ai fini della validazione del modello di calcolo ad elementi finiti, si riporta di seguito il calcolo delle reazioni verticali in fondazione per le condizioni di carico elementare di peso proprio:

La sezione trasversale media della struttura ha un'area pari a 21.06m², il peso totale dello scatolare calcolato manualmente è quindi:

$$\begin{aligned}
 P_{tot} &= A_{trav} \cdot L_{tot} \cdot \gamma_{cls} - s_{laterale} \cdot 2 \cdot (2 \cdot 3 + 5) \cdot \gamma_{cls} + 2 \cdot h_{spalla} \cdot L_{spalla} \cdot s_{p_{spalla}} \\
 &= 21.06m^2 \cdot 35m \cdot 25kN/m^3 - 0.7m \cdot 2 \cdot 25kN/m^3 \cdot (2 \cdot 3m + 5m) + 2 \cdot 0.7m \cdot 8.85m \\
 &\quad \cdot 9.56m = 20.95 \cdot 10^2t
 \end{aligned}$$

Da modello ad elementi finiti, la reazione alla base per effetto del peso proprio è pari a $20.89 \cdot 10^2t$:

	Component ▲	FZ[N]
1	Maximum	115.885E3
2	Node	42
3	Minimum	29.8526E3
4	Node	5
5	Total	20.8914E6

- calcolo manuale delle sollecitazioni flessionali nella parete verticale soggetta al sovraccarico accidentale:
 $q = 8.53 kN/m^2$: sovraccarico dovuto ai carichi accidentali a tergo spalla;
 $a = 6.36m$: distanza tra la linea media dei ritti;
 $b = 8.85m$: altezza media delle spalle;
 $b/a = 1.4$

La parete della spalla è modellata come “incastrata” in corrispondenza delle solette e dei ritti verticali.

Una piastra incastrata in corrispondenza dei quattro lati, presenta le seguenti sollecitazioni flessionali nella mezzera:

$$\begin{aligned}
 - m_{ox} &= \frac{qa^2}{a_x}; \\
 - m_{oy} &= \frac{qa^2}{a_y};
 \end{aligned}$$

con i seguenti coefficienti di Bares:

$$\alpha_x = 28.65; \alpha_y = 47.15$$

Il valore delle sollecitazioni flessionali da calcolo manuale è quindi:

- $m_{oy} = 7.3 \text{ kNm/m}$ da calcolo manuale, confermato dalla'analisi a modelli finiti dove il valore è pari a $m_{oy} = 8.53 \text{ kNm/m}$:

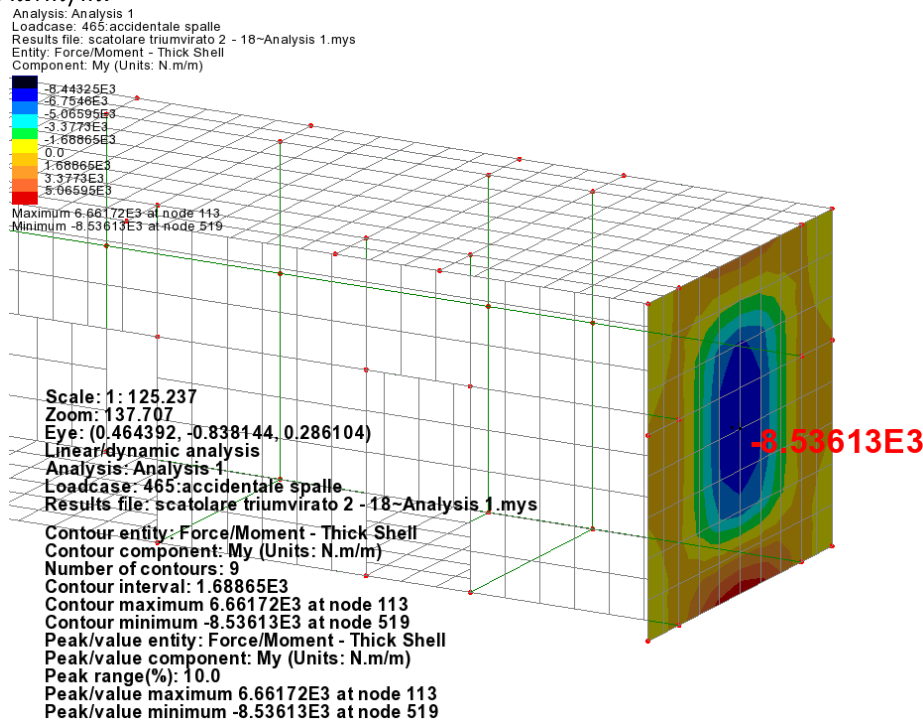


Figura 6-1 m_{oy} dall'analisi FEM

- $m_{ox} = 12.1 \text{ kNm/m}$ da calcolo manuale, confermato dalla'analisi a modelli finiti dove il valore è pari a $m_{ox} = 13.4 \text{ kNm/m}$:

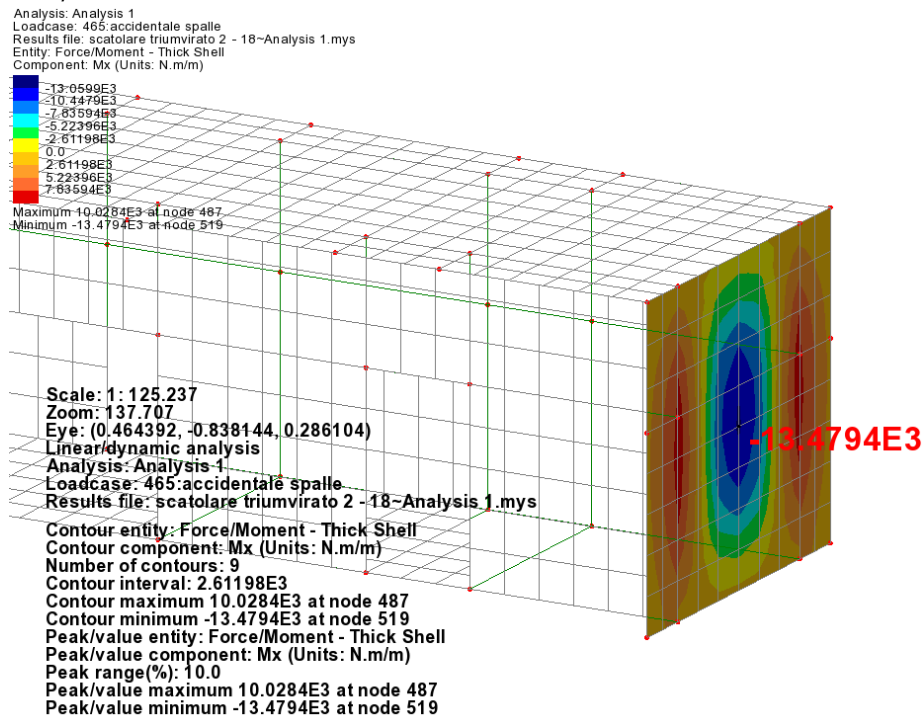


Figura 6-2 m_{ox} dall'analisi FEM