

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

AUTOSTRADA A14 / TANGENZIALE

GALLERIA ARTIFICIALE FONICA - SAN DONNINO

DISEGNI STRUTTURALI DI INSIEME

SCALA 2 - USCITA DI SICUREZZA GALLERIA 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

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111465	0000	PD	AU	CF1	SI000	00000	R	S T R	0142	0	SCALA -

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

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

Sommario

1	INTRODUZIONE	4
1.1	GENERALITÀ	4
1.1.1	Contestualizzazione dell'opera	5
1.1.2	Caratterizzazione geografica/sismica	8
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
1.3	MATERIALI IMPIEGATI	11
1.3.1	conglomerati cementizi	11
1.3.2	acciaio per cemento armato	12
1.3.3	Copriferri	12
1.4	SOFTWARE DI CALCOLO	13
1.4.1	Elementi finiti	13
1.4.2	Verifiche sezionali	13
1.4.3	Elaborazione dati	13
1.4.4	Validazione dei programmi di calcolo	13
2	ANALISI DEI CARICHI AGENTI	14
2.1	ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE	14
2.1.1	Pesi propri e permanenti (g1k e g2k)	14
2.1.2	Contributi di spinta statica delle terre (g3k)	15
2.1.3	Carichi accidentali	16
2.1.4	Forze di inerzia	18
2.1.5	Sovrappinta sismica	19
3	ANALISI STRUTTURALE	21
3.1	GENERALITÀ	21
3.2	ANALISI STATICA	21
3.3	ANALISI SISMICA	21
3.4	COMBINAZIONI DI CARICO E RELATIVE VERIFICHE	21
3.4.1	Combinazioni di carico	21
3.4.2	Verifiche strutturali	22
3.5	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	27
3.5.1	Muri longitudinali	28
3.5.2	Muri trasversali	34
3.5.3	Rampe	41
3.5.4	Parete longitudinale luogo sicuro	47
3.5.5	Soletta superiore luogo sicuro	54
4	VERIFICHE STRUTTURALI	61
4.1	VERIFICHE FLESSIONALI E TAGLIANTI	61
4.1.1	Parete longitudinale Armature disposte:	61
4.1.2	Pareti trasversali	71
4.1.3	Rampe	81
4.1.4	Parete longitudinale luogo sicuro	91
4.1.5	Soletta superiore luogo sicuro	101
4.2	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ	111
4.2.1	Verifica di deformabilità della mensola a sbalzo	111
4.2.2	Verifica di deformabilità del giunto	112
5	VALIDAZIONE DEI RISULTATI DI CALCOLO	113

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1-1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'OPERA (1)	4
FIGURA 1-2. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'OPERA (2)	4
FIGURA 1-3 SEZIONI IN PIANTA	5
FIGURA 1-4 SEZIONE LONGITUDINALE	6
FIGURA 1-5 SEZIONE TRASVERSALE (1)	6
FIGURA 1-6 SEZIONE TRASVERSALE (2)	7
FIGURA 1-7 SEZIONE TRASVERSALE (3)	7
FIGURA 1-8 PARAMETRI DIPENDENTI E INDIPENDENTI PER LO STATO LIMITE SLV	8
FIGURA 1-9 PARAMETRI DIPENDENTI E INDIPENDENTI PER LO STATO LIMITE SLC	8
FIGURA 1-10 SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV	8
FIGURA 1-11 SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLC	9
FIGURA 2-1 PESO RICOPRIMENTO TERRENO SUL LUOGO SICURO	14
FIGURA 2-2 PESO PERMANENTE DEI GRADINI	15
FIGURA 2-3 PESO PERMANENTE PORTATO DEL RIVESTIMENTO	15
FIGURA 2-4 SPINTA STATICA DELLE TERRE	16
FIGURA 2-5 CARICO ACCIDENTALE SULLA RAMPA INFERIORE	17
FIGURA 2-6 CARICO ACCIDENTALE SULLA RAMPA SUPERIORE	17
FIGURA 2-7 FORZE DI INERZIA IN DIREZIONE X DELLA STRUTTURA	18
FIGURA 2-8 FORZE DI INERZIA IN DIREZIONE Y DELLA STRUTTURA	18
FIGURA 2-9 SOVRASPINTA SISMICA APPLICATA IN DIREZIONE X+ DELLA STRUTTURA	19
FIGURA 2-10 SOVRASPINTA SISMICA APPLICATA IN DIREZIONE X- DELLA STRUTTURA	20
FIGURA 2-11 SOVRASPINTA SISMICA APPLICATA IN DIREZIONE Y DELLA STRUTTURA	20
FIGURA 3-1 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	21
FIGURA 3-2 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	28
FIGURA 3-3 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	28
FIGURA 3-4 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	29
FIGURA 3-5 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	29
FIGURA 3-6 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA	30
FIGURA 3-7 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	30
FIGURA 3-8 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	31
FIGURA 3-9 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	31
FIGURA 3-10 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	32
FIGURA 3-11 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	32
FIGURA 3-12 ORIENTAMENTO ASSI PARETI TRASVERSALI	34
FIGURA 3-13 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	34
FIGURA 3-14 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	35
FIGURA 3-15 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	35
FIGURA 3-16 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	36
FIGURA 3-17 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA	36
FIGURA 3-18 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	37
FIGURA 3-19 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	37
FIGURA 3-20 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	38
FIGURA 3-21 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	38
FIGURA 3-22 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	39
FIGURA 3-23 ORIENTAMENTO ASSI DELLE RAMPE	41
FIGURA 3-24 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	41
FIGURA 3-25 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	42
FIGURA 3-26 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	42
FIGURA 3-27 Sx IN COMBINAZIONE SLU/SLV	43
FIGURA 3-28 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA	43
FIGURA 3-29 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	44
FIGURA 3-30 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	44

FIGURA 3-31 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	45
FIGURA 3-32 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	45
FIGURA 3-33 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	46
FIGURA 3-34 ORIENTAMENTO ASSI DELLA PARETE LUOGO SICURO	47
FIGURA 3-35 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	47
FIGURA 3-36 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	48
FIGURA 3-37 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	48
FIGURA 3-38 SX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	49
FIGURA 3-39 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA.....	49
FIGURA 3-40 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	50
FIGURA 3-41 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE.....	50
FIGURA 3-42 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	51
FIGURA 3-43 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	51
FIGURA 3-44 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	52
FIGURA 3-45 ORIENTAMENTO ASSI SOLETTA SUPERIORE LUOGO SICURO	54
FIGURA 3-46 MY IN COMBINAZIONE SLU/SLV	54
FIGURA 3-47 MX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	55
FIGURA 3-48 SY IN COMBINAZIONE SLU/SLV.....	55
FIGURA 3-49 SX IN COMBINAZIONE SLU/SLV	56
FIGURA 3-50 MY IN COMBINAZIONE SLE RARA.....	56
FIGURA 3-51 MX IN COMBINAZIONE SLE RARA	57
FIGURA 3-52 MY IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE.....	57
FIGURA 3-53 MX IN COMBINAZIONE SLE FREQUENTE	58
FIGURA 3-54 MY IN COMBINAZIONE SLE QP	58
FIGURA 3-55 MX IN COMBINAZIONE SLE QP	59
FIGURA 4-1 MASSIMO SPOSTAMENTO DY ALL'SLC.....	112
FIGURA 5-1 PARETE LUOGO SICURO SOGGETTA ALLA SOVRASPINTA SISMICA	113
FIGURA 5-2 MY DA ANALISI AD ELEMENTI FINITI	114
FIGURA 5-3 MY DA ANALISI AD ELEMENTI FINITI	114

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

Il presente elaborato riporta le analisi svolte e i risultati ottenuti relativamente ai calcoli statici delle rampe di accesso alla galleria fonica del San Donnino nell'ambito dei lavori di ampliamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna, nel tratto Borgo Panigale – Caselle.

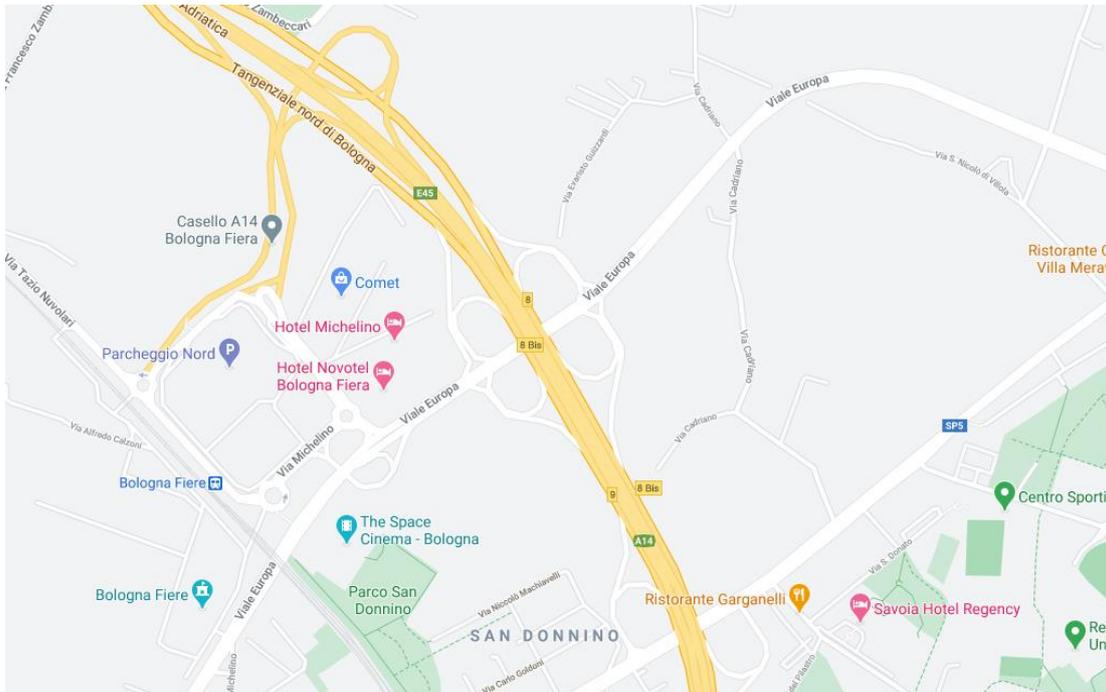


Figura 1-1. Localizzazione geografica dell'opera (1)

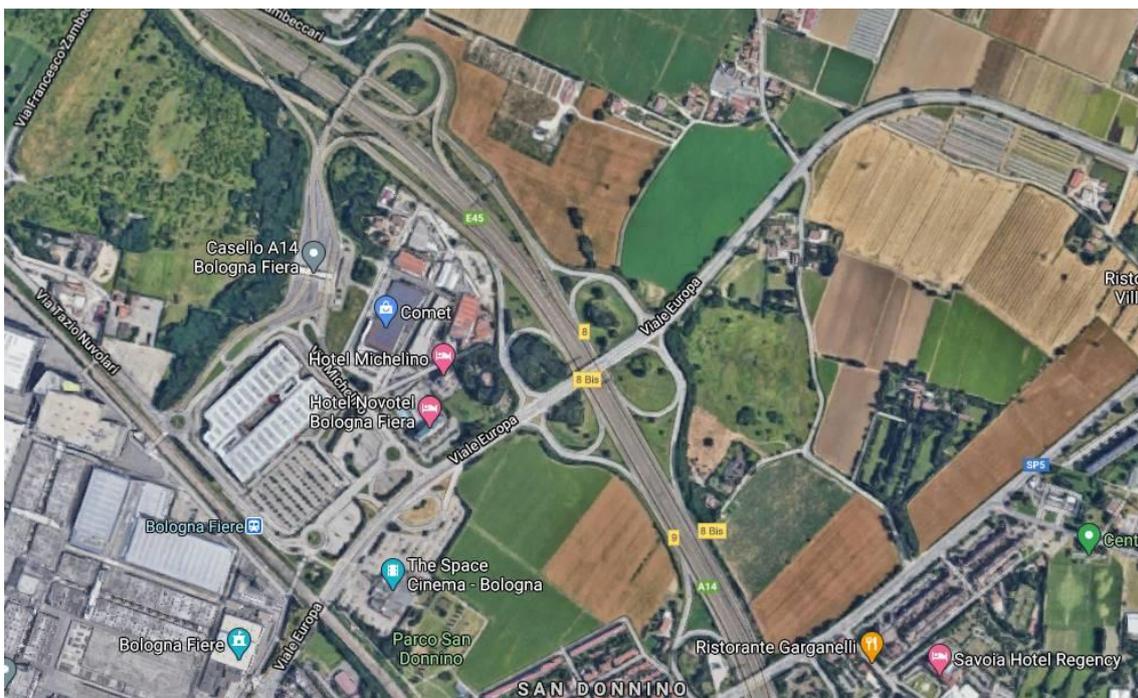


Figura 1-2. Localizzazione geografica dell'opera (2)

1.1.1 CONTESTUALIZZAZIONE DELL'OPERA

La struttura oggetto di analisi è costituita da sistema di due rampe in calcestruzzo armato che corrono parallele alle spalle della galleria Fonica consentendone l'accesso. Entrambe le rampe, collocate ad altezze differenti, sono previste a sbalzo rispetto ad una parete longitudinale lunga 20.33m parallela alla spalla della San Donnino e sono scollegate rispetto alla spalla stessa mediante un giunto longitudinale largo 10cm. Nella parete longitudinale è prevista l'introduzione di un vano che funge da luogo sicuro per facilitare la gestione delle persone in caso di emergenza nell'eventualità che l'esodo verso l'esterno mediante le rampe non sia immediatamente sicuro e possibile. Le rampe hanno tutte spessore pari a 20cm mentre tutte le pareti, comprese quelle del luogo sicuro, hanno spessore pari a 30cm. La struttura è sorretta dal plinto della spalla della galleria Fonica opportunamente ampliato in corrispondenza delle rampe di accesso.

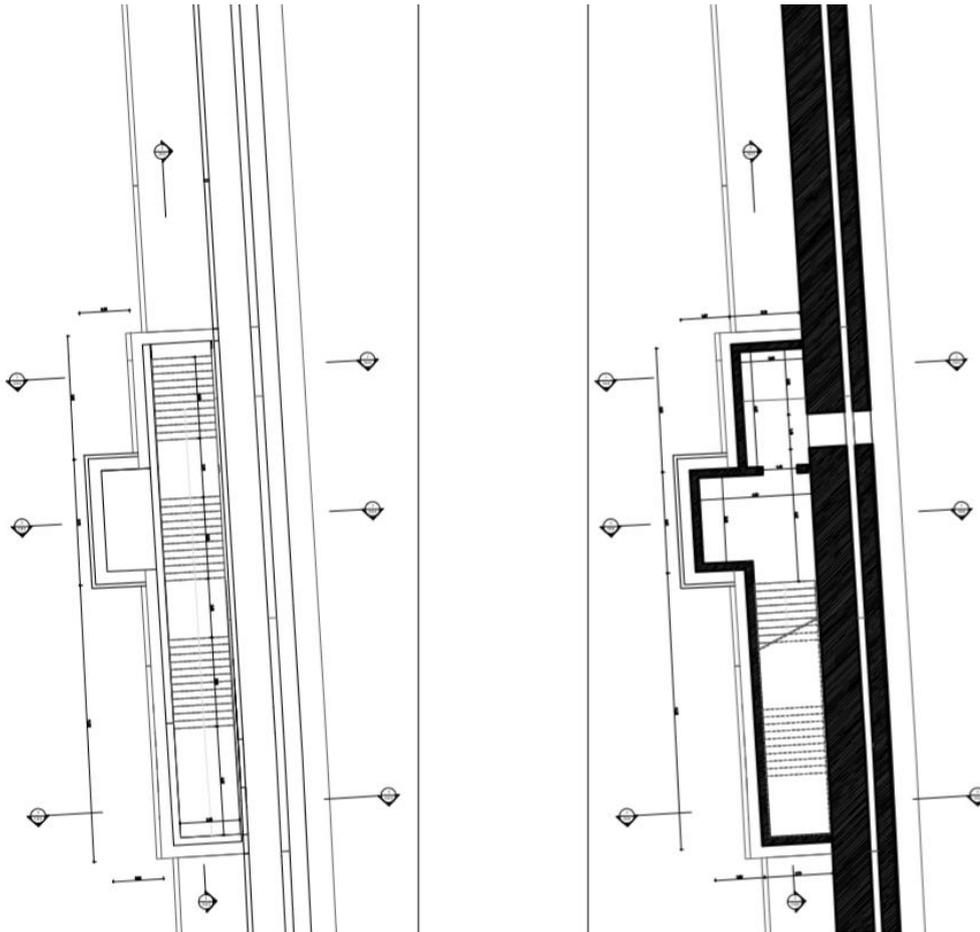


Figura 1-3 sezioni in pianta

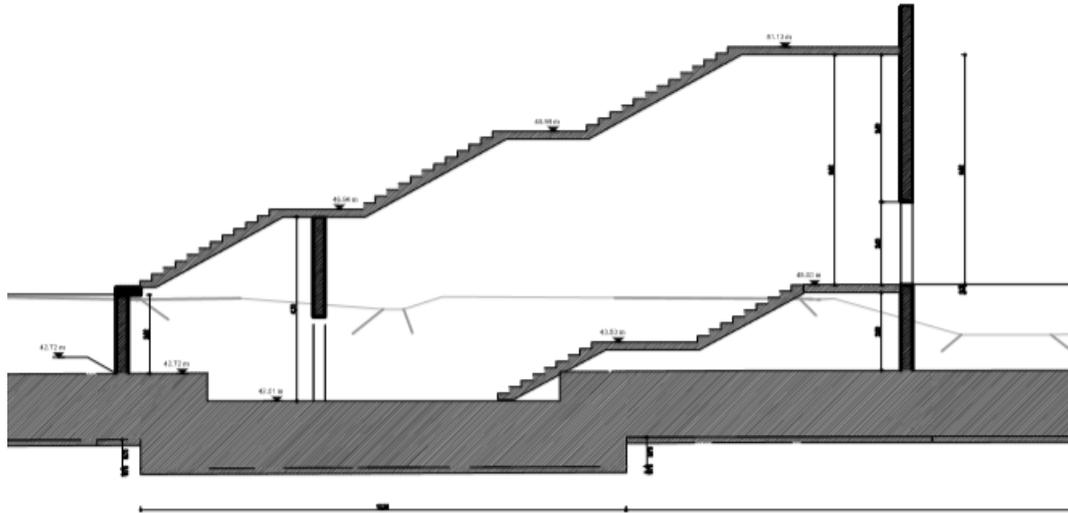


Figura 1-4 sezione longitudinale

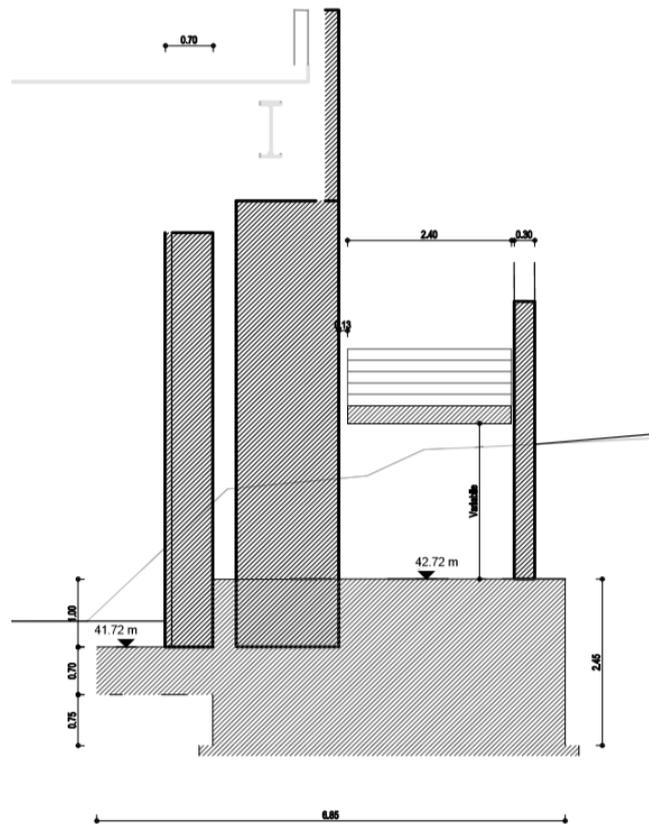


Figura 1-5 sezione trasversale (1)

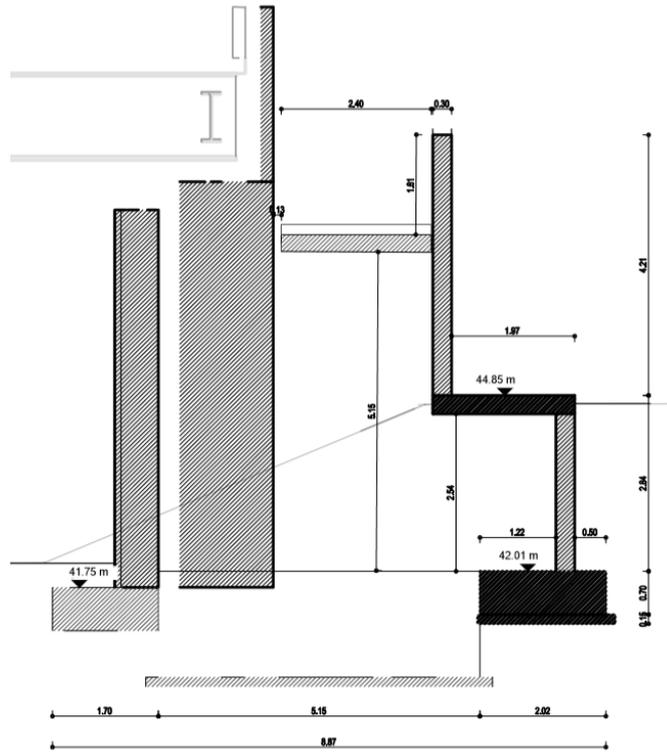


Figura 1-6 sezione trasversale (2)

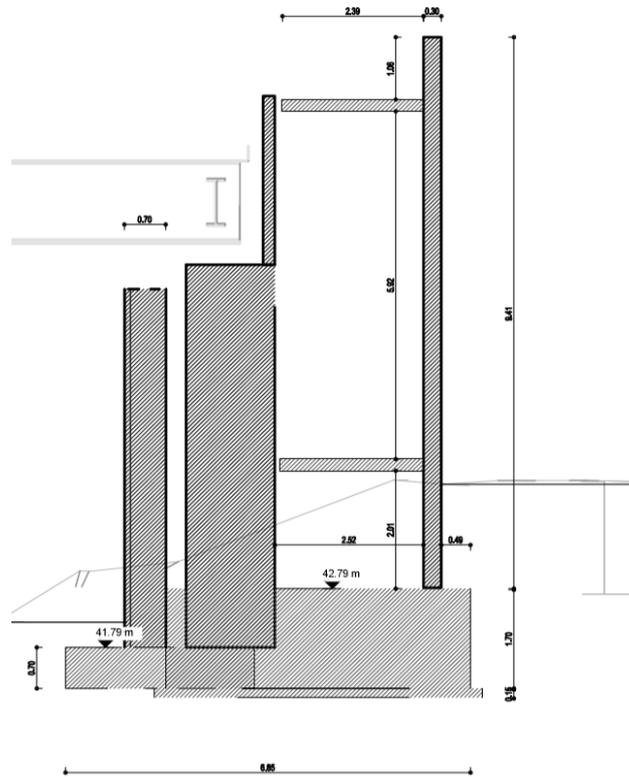


Figura 1-7 sezione trasversale (3)

1.1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOGRAFICA/SISMICA

1.1.2.1 Parametri sismici

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

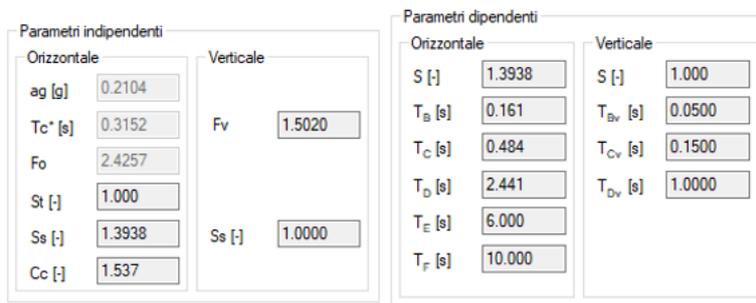


Figura 1-8 parametri dipendenti e indipendenti per lo stato limite SLV

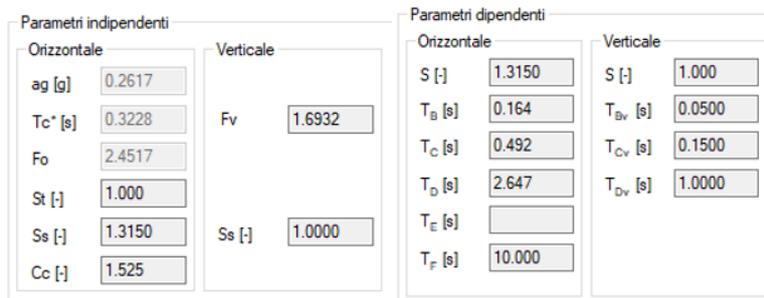


Figura 1-9 parametri dipendenti e indipendenti per lo stato limite SLC

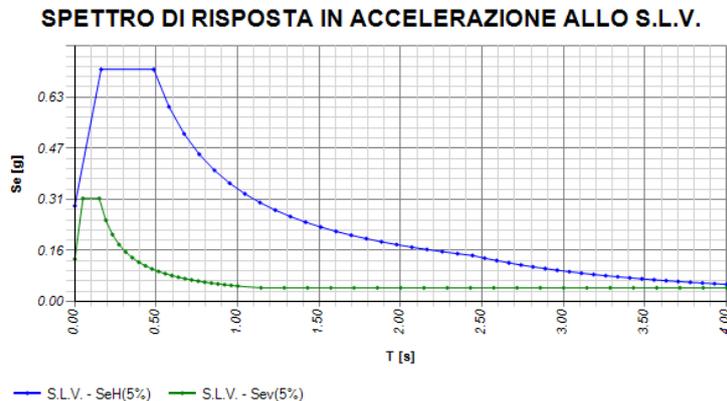


Figura 1-10 spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

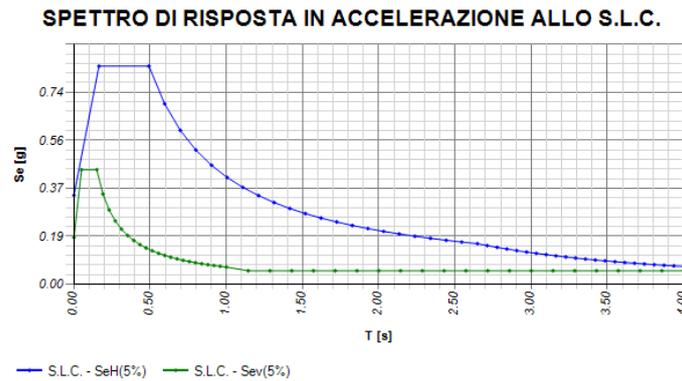


Figura 1-11 spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

Pertanto l'accelerazione massima all'SLV risulta:

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

1.1.2.2 Parametri 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.

1.2 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

1.3 MATERIALI IMPIEGATI

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.

1.3.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

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

Opere non armate (Magro di fondazione)	C12/15 (Rck ≥ 15 MPa)
Elevazioni e rampe	C35/45 (Rck ≥ 45 MPa)
Plinto di fondazione	C35/45 (Rck ≥ 45 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

1.4 SOFTWARE DI CALCOLO

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

1.4.1 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.

1.4.2 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.

1.4.3 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**.

1.4.4 VALIDAZIONE DEI PROGRAMMI DI CALCOLO

Ai sensi del punto 10.2 delle NTC 2008, 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 di calcolo.

2 ANALISI DEI CARICHI AGENTI

2.1 ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE

2.1.1 PESI PROPRI E PERMANENTI (G1K E G2K)

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 specifico del terreno di ricoprimento ¹ (disposto sulla soletta superiore del vano adibito a luogo sicuro)	γ_{ter}	=	20 000	[kg/m ³]
Carico dei gradini*	$PP_{gradini}$	=	3.75	[kN/m ²]
Carico del massetto di rivestimento**	$PP_{massetto}$	=	1.985	[kN/m ²]

(*): il peso dei gradini è stimato conservativamente pari $0.15m \cdot \gamma_{cls} = 3.75 \text{ kN/m}^2$;

(**): il peso del rivestimento, considerato per la sola rampa superiore, è pari a:

- peso delle lastre in CLS spesse 25mm: 0.625 kN/m^2 ;

- peso dell'adesivo premiscelato per finitura in lastre di cemento prefabbricato spesso 10mm:
 $0.01m \cdot \gamma_{adesivo} = 0.01m \cdot 11 \text{ kN/m}^3 = 0.11 \text{ kN/m}^2$;

- peso del massetto strutturale spesso 50mm: $0.05m \cdot \gamma_{cls} = 1.25 \text{ kN/m}^2$;

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; il peso del terreno di ricoprimento viene applicato sulla soletta superiore come carico uniformemente distribuito, mentre il peso del materiale di rivestimento viene uniformemente distribuito sulla rampa superiore, come di seguito mostrato.

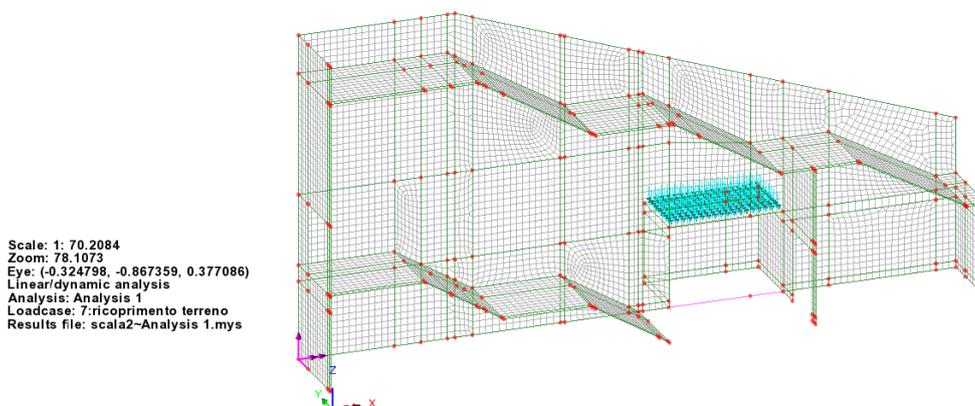


Figura 2-1 peso ricoprimento terreno sul luogo sicuro

¹ Tale peso considera anche l'eventuale pacchetto stradale presente.

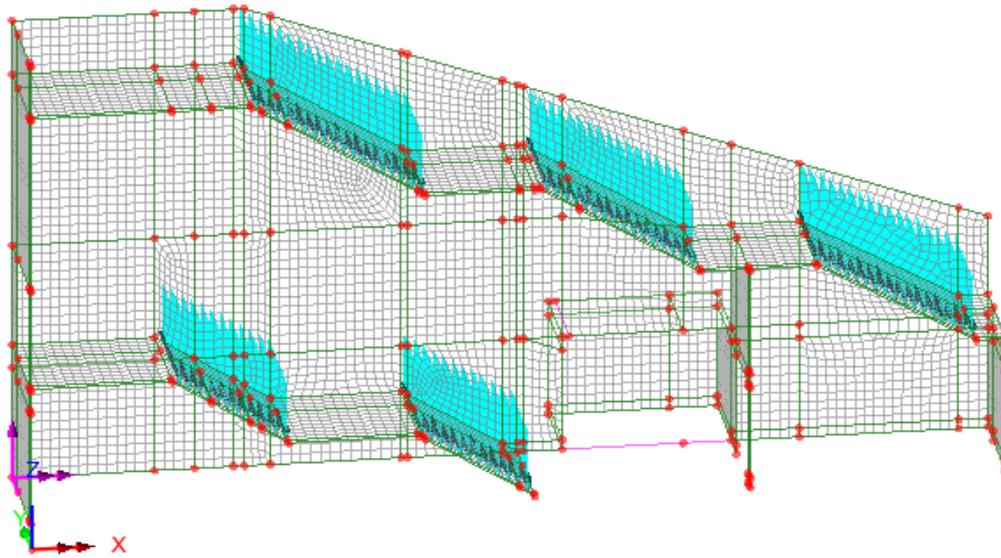


Figura 2-2 peso permanente dei gradini

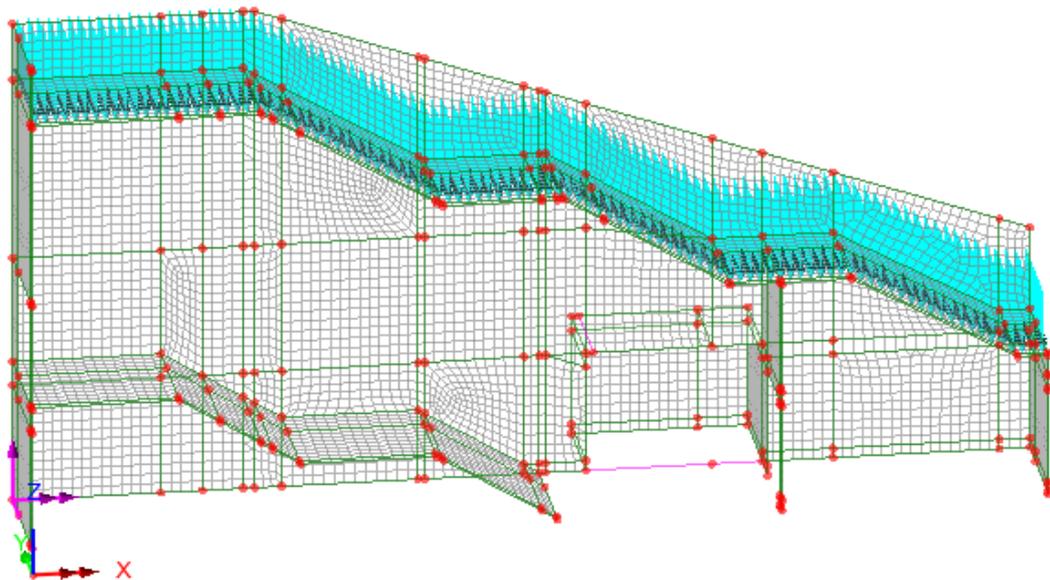


Figura 2-3 peso permanente portato del rivestimento

2.1.2 CONTRIBUTI DI SPINTA STATICA DELLE TERRE (G3K)

Sulle pareti della struttura agiscono le pressioni orizzontali dovute alla spinta delle terre valutate come pressioni linearmente crescenti con la profondità. 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	$k_a =$	0.2460	[-]

Nel caso in esame, si è ipotizzato un regime di spinta a riposo (k_0).

Considerando l'altezza del terreno pari a 2.95m, la massima pressione agente alla base dei muri è pari a $H \cdot \gamma_{\text{terreno}} \cdot K_0 = 25.16 \text{ kN/m}^2$:

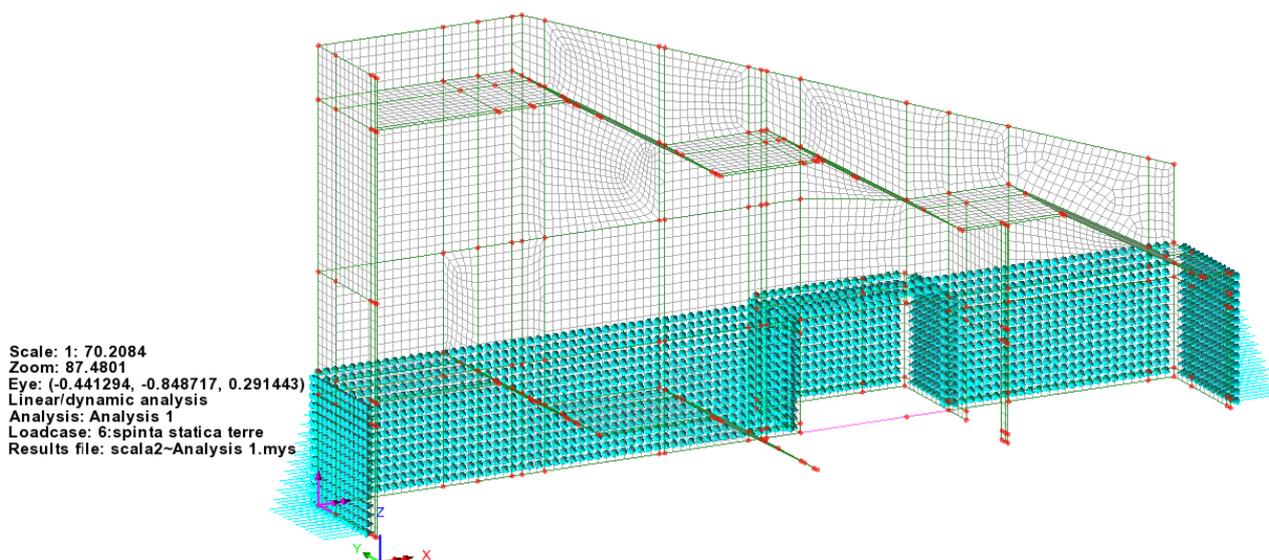


Figura 2-4 spinta statica delle terre

2.1.3 CARICHI ACCIDENTALI

Coerentemente con le prescrizioni da NTC2018, il carico verticale uniformemente distribuito da applicare alle rampe è assunto pari 4 kN/m², valore caratteristico delle scale comuni di ambienti suscettibili di affollamento:

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 87.4801
 Eye: (-0.466828, -0.811395, 0.351725)
 Linear/dynamic analysis
 Analysis: Analysis 1
 Loadcase: 12:accidentale inf
 Results file: scala2-Analysis 1.mys

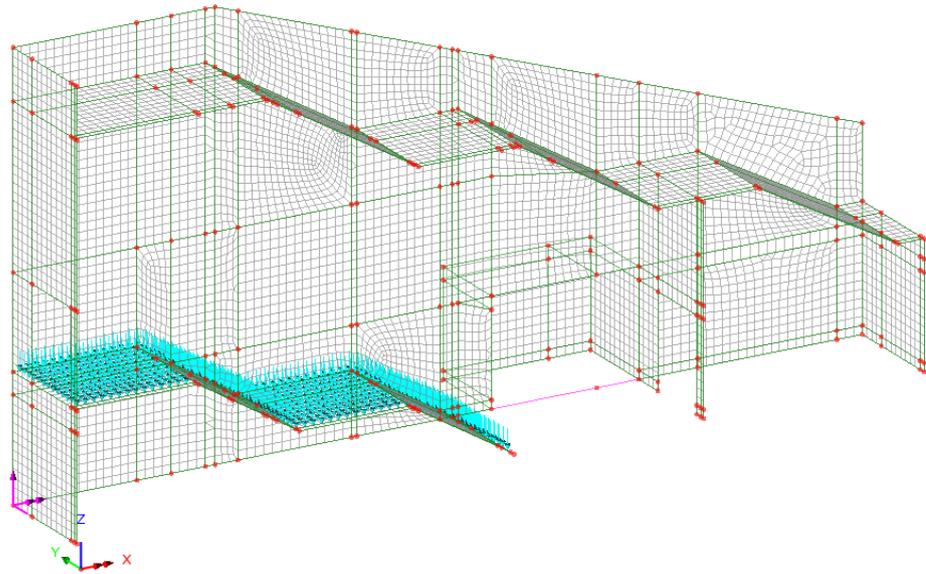


Figura 2-5 carico accidentale sulla rampa inferiore

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 87.4801
 Eye: (-0.466828, -0.811395, 0.351725)
 Linear/dynamic analysis
 Analysis: Analysis 1
 Loadcase: 13:accidentale sup
 Results file: scala2-Analysis 1.mys

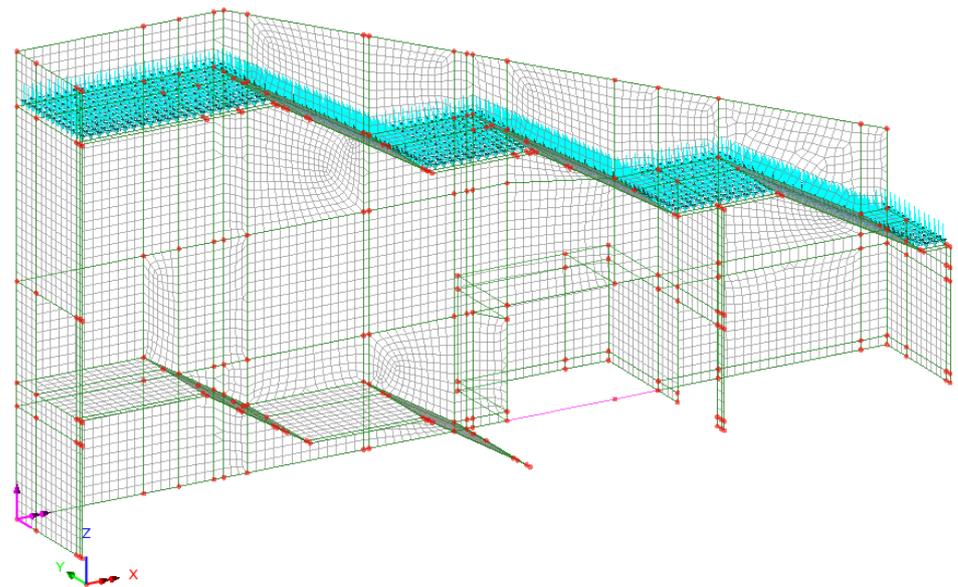


Figura 2-6 carico accidentale sulla rampa superiore

2.1.4 FORZE DI INERZIA

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:

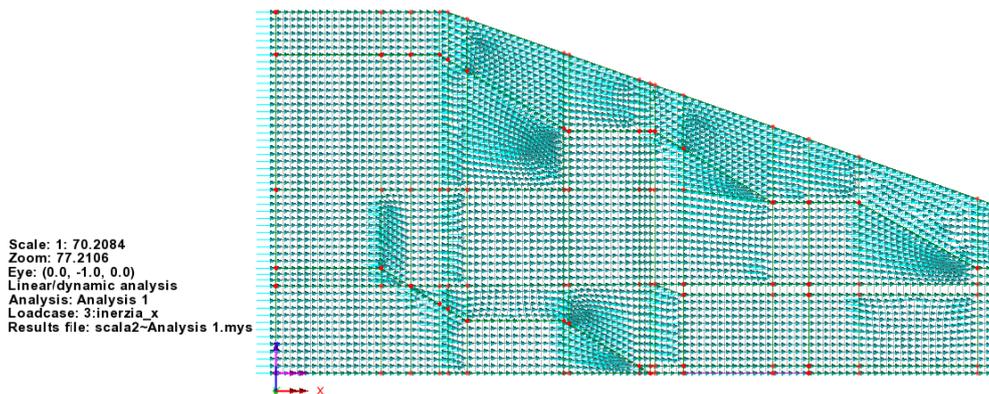


Figura 2-7 forze di inerzia in direzione x della struttura

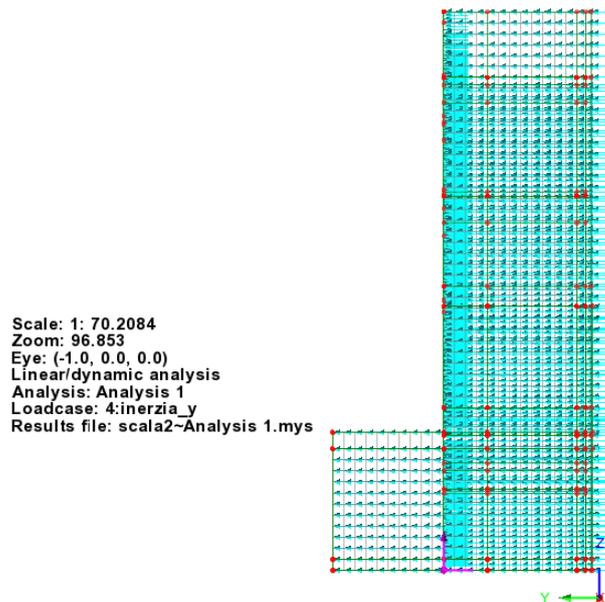


Figura 2-8 forze di inerzia in direzione y della struttura

2.1.5 SOVRASPINTA SISMICA

Le pressioni ai vari livelli sono riportate nella tabella seguente, e per il calcolo si è seguita la formulazione di Wood:

Il metodo di Wood fornisce la sovraspinta 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 sovraspinta sismica da assumere è data dall'espressione:

$$\Delta P = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

in cui γ rappresenta il peso specifico del terreno.

Tale spinta non dipende dalle proprietà di resistenza del terreno, rimanendo elastico anche in condizioni sismiche, e viene applicata come pressione uniforme sulla parete della struttura. Tale formula vale per terreni omogenei in assenza di falda e per manufatti di altezza contenuta. In caso di strutture molto profonde è opportuno condurre valutazioni basate su metodi più rigorosi.

Avendo assunto:

$\beta_x = 0.28$ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito per fondazione diretta:

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$k_h = a_{max} \cdot \beta_x = 0.0821g$$

$$\Delta p = \gamma \cdot k_h \cdot H = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.0821g \cdot 2.95m = 4.85 \text{ kN/m}^2$$

La sovraspinta sismica è stata applicata in entrambe le direzioni x e y di azione della forza sismica e in entrambi i versi:

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 68.9381
 Eye: (-2.65326E-3, -0.955727, 0.294241)
 Linear/dynamic analysis
 Analysis: Analysis 1
 Loadcase: 8:sovraspinta terre x+
 Results file: scala2-Analysis 1.mys

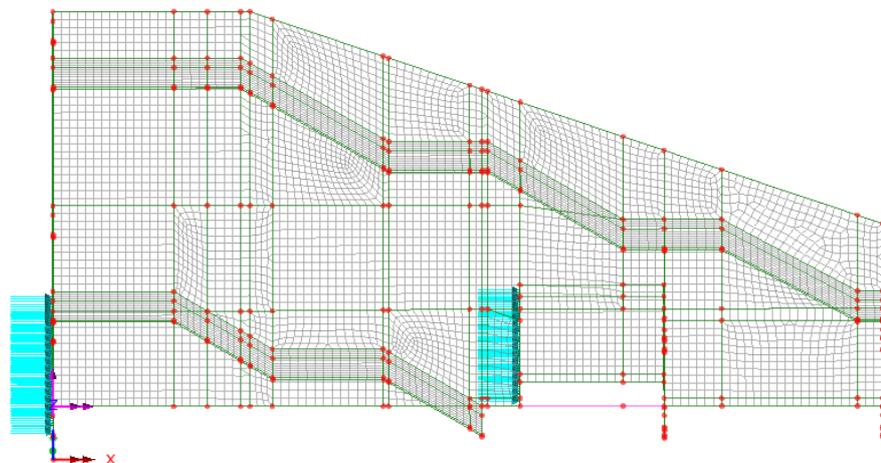


Figura 2-9 sovraspinta sismica applicata in direzione $x+$ della struttura

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 68.9381
 Eye: (-2.65326E-3, -0.955727, 0.294241)
 Linear/dynamic analysis
 Analysis: Analysis 1
 Loadcase: 10:sovraspinta terre x-
 Results file: scala2-Analysis 1.mys

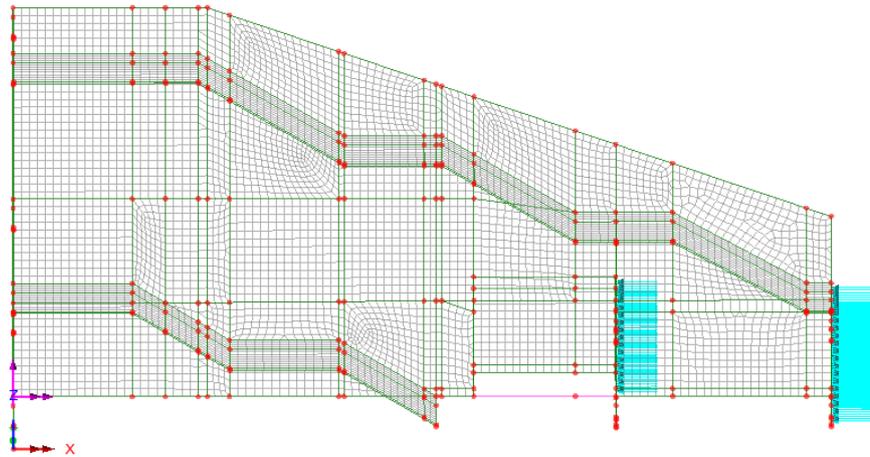


Figura 2-10 sovraspinta sismica applicata in direzione x- della struttura

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 86.4759
 Eye: (-1.0, 0.0, 0.0)
 Linear/dynamic analysis
 Analysis: Analysis 1
 Loadcase: 9:sovraspinta terre y
 Results file: scala2-Analysis 1.mys

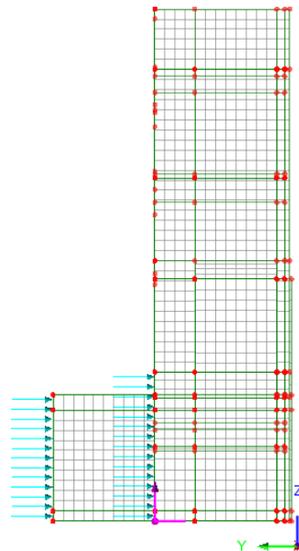


Figura 2-11 sovraspinta sismica applicata in direzione y della struttura

3 ANALISI STRUTTURALE

3.1 GENERALITÀ

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 0.20 m. La struttura è stata fondata su un letto di "molle" elastiche lineari di caratteristiche opportune pari a $k_{wv} = 30\,000\text{ kN/m}^3$:

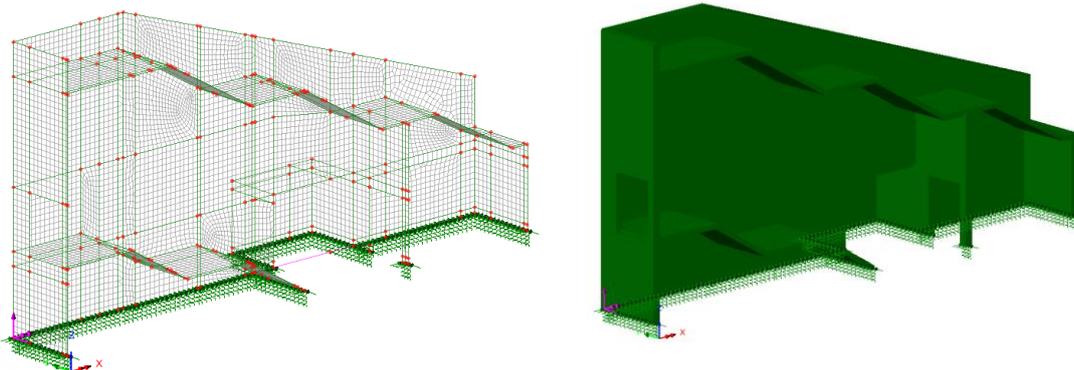


Figura 3-1 modellazione della struttura

3.2 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.).

3.3 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.

3.4 COMBINAZIONI DI CARICO E RELATIVE VERIFICHE

3.4.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione SLE Caratteristica (Rara):

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

- Combinazione SLE Frequente:

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

- Combinazione SLE Quasi Permanente:

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

- Combinazione Fondamentale allo Stato Limite Ultimo (SLU-STR):

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

- Combinazione Sismica (SLU-SISMA):

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

- Combinazione Geotecnica allo Stato Limite Ultimo (SLU-GEO):

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ e ψ sono riportati in tabella.

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_Q	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.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
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

3.4.2 VERIFICHE STRUTTURALI

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

3.4.2.1 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:

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

3.4.2.2 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	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		Quasi permanente	ap. Fessure	$\leq w_1$	ap. Fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	Frequente	ap. Fessure	$\leq w_1$	ap. Fessure	$\leq w_2$
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. Fessure	$\leq w_1$
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. Fessure	$\leq w_1$

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:

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

dove:

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

Δ_{smax} = distanza massima tra le fessure

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

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

dove:

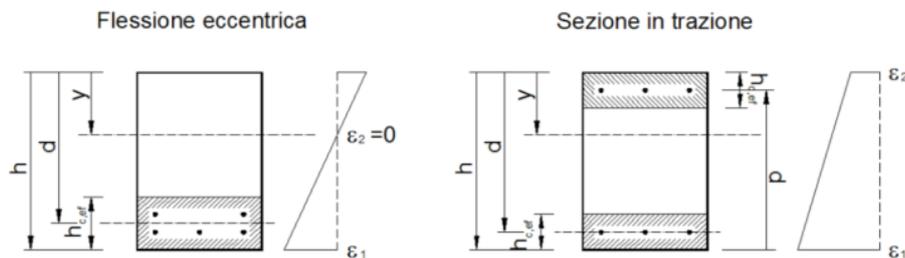
σ_s = tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata.

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.



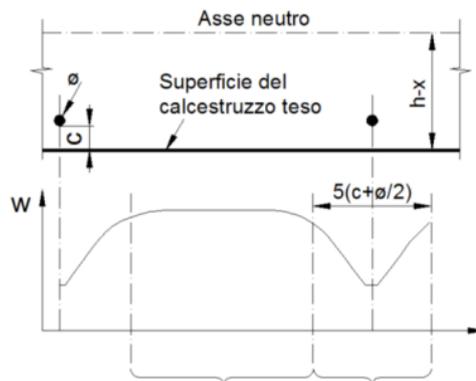
La distanza fra le fessure Δ_{smax} può essere calcolata con l'espressione:

- 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

k_1 = assunto pari a 0.8 o 1.6 rispettivamente per le barre ad aderenza migliorata e per le barre lisce

k_2 = 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.

k_3 = 3.4

k_4 = 0.425

3.4.2.3 Verifica di deformabilità

In generale risulta necessario verificare che la freccia delle rampe non superi il valore di 1/250 della luce sotto la combinazione di carico SLE Rara.

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_z}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Secondo la normativa tecnica, per il caso di mensole, la luce da considerare è pari al doppio dello sbalzo. Per il caso in esame, essendo le rampe incastrate in corrispondenza della parete longitudinale (parallela alle spalle della galleria fonica) e in corrispondenza delle pareti trasversali, si considererà conservativamente una luce pari a alla lunghezza dello sbalzo stesso:

$$\delta_{max} = \frac{l}{250} = \frac{2.40m}{250} = 0.96m$$

3.4.2.4 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 γ il rapporto tra M_{Ed} e M_{Rd} . La verifica di resistenza può quindi ritenersi soddisfatta se risulta $\gamma \geq 1$.

3.4.2.5 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)

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

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

3.5 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

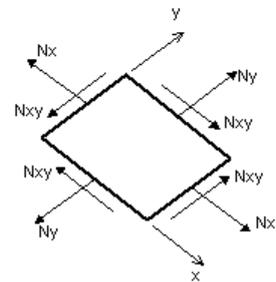
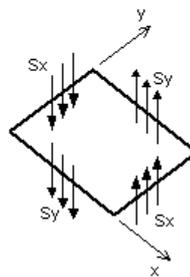
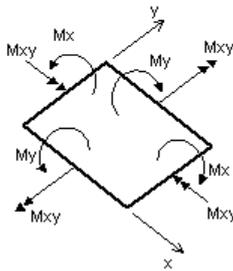
Si riportano di seguito i diagrammi delle principali sollecitazioni relative alle varie combinazioni di verifica considerate. La convenzione adottata dal software di calcolo per le sollecitazioni interne è di seguito esplicitata:

Stress Resultant

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

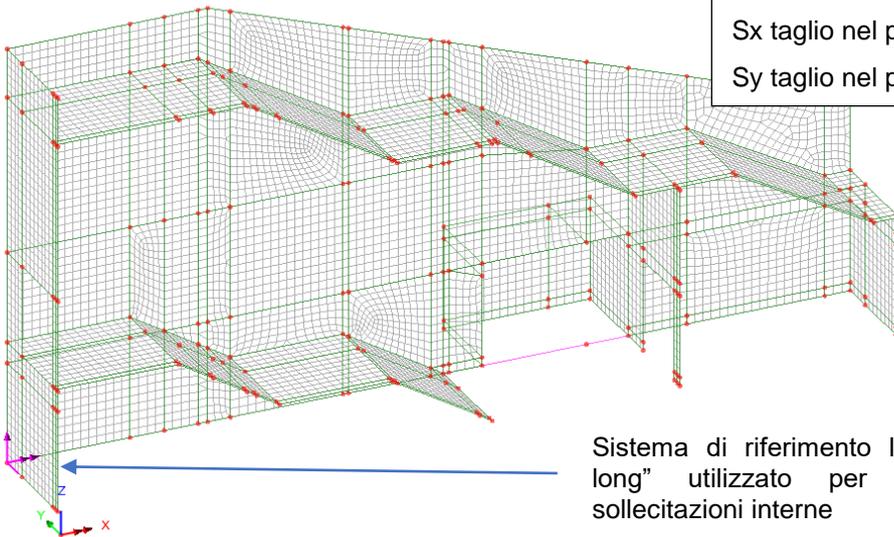
(+ve) In-plane shear into xy quadrant
 (-ve) In-plane shear into xy quadrant

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



Legenda:

- My tende le armature verticali
- Mx tende le armature orizzontali
- Sx taglio nel piano verticale
- Sy taglio nel piano orizzontale



Sistema di riferimento locale “LCrd1-Muro long” utilizzato per la lettura delle sollecitazioni interne

Per la parete longitudinale, laddove gli assi delle superfici tracciate sono diversamente orientati, si adotta il sistema di riferimento locale “LCrd1-Muro long” per la lettura delle sollecitazioni interne.

3.5.1 MURI LONGITUDINALI

3.5.1.1 Azioni interne per la combinazione SLU (STR)/SLV

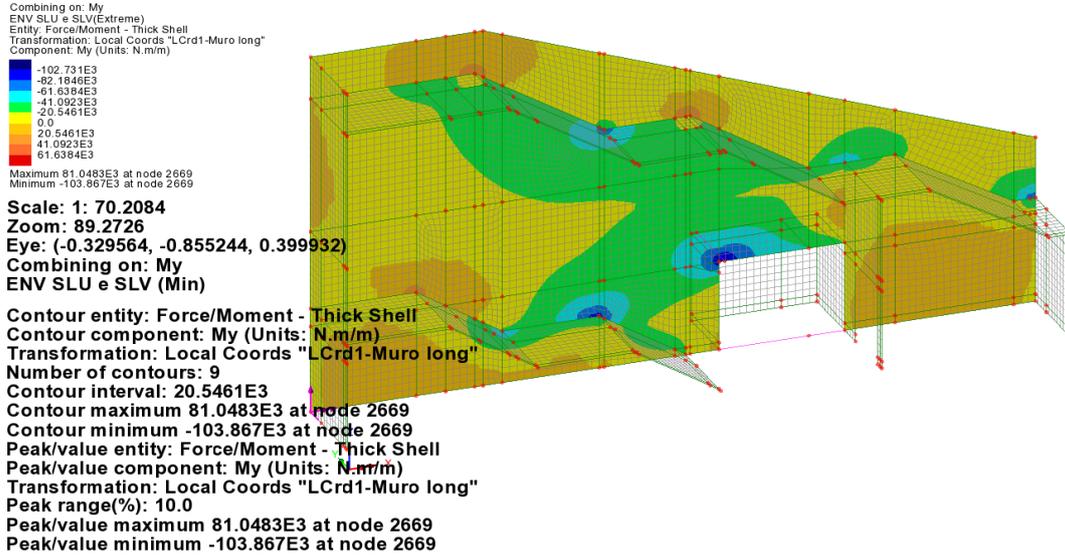


Figura 3-2 My in combinazione SLU/SLV

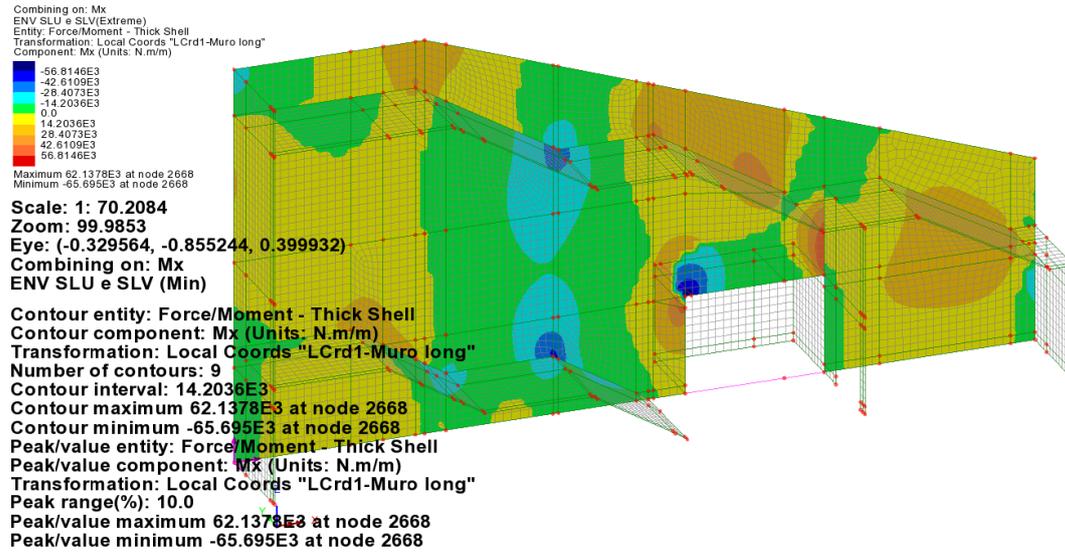


Figura 3-3 Mx in combinazione SLU/SLV

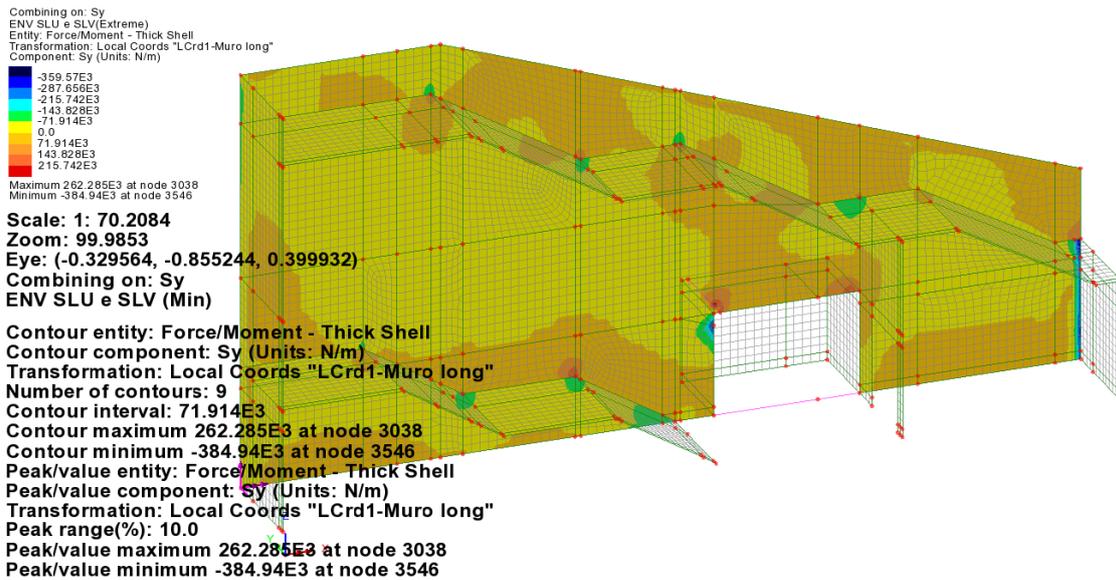


Figura 3-4 Sy in combinazione SLU/SLV

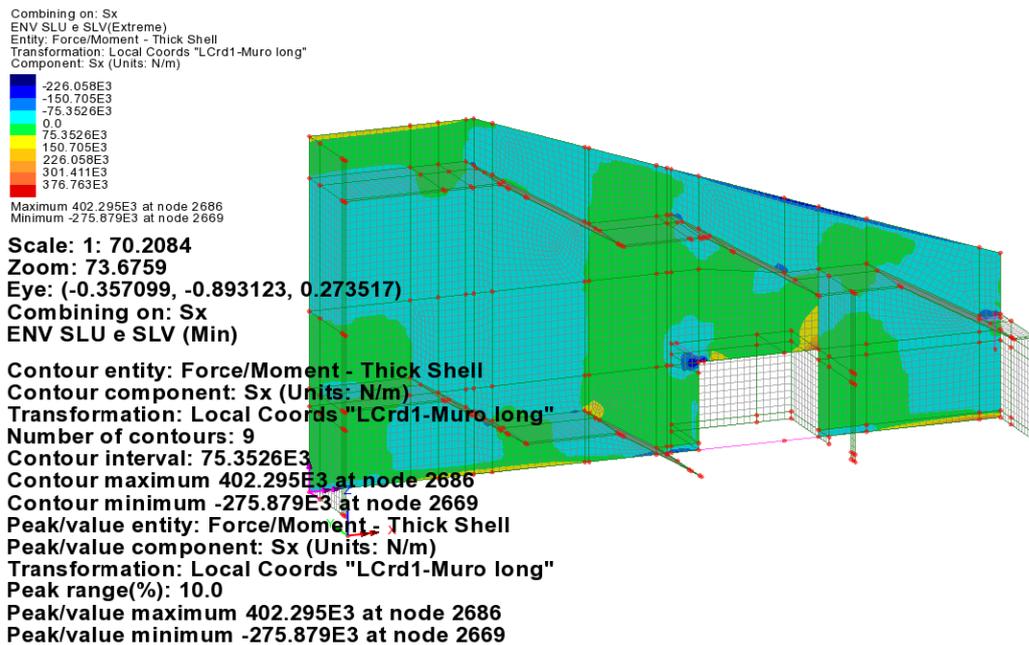
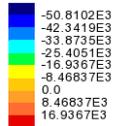


Figura 3-5 Sx in combinazione SLU/SLV

3.5.1.2 Azioni interne per la combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 25.1188E3 at node 8390
 Minimum -51.0965E3 at node 6881

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 60.106
 Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)
 Combining on: My
 SLE rara (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 8.46837E3
 Contour maximum 25.1188E3 at node 8390
 Contour minimum -51.0965E3 at node 6881
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 25.1188E3 at node 8390
 Peak/value minimum -51.0965E3 at node 6881

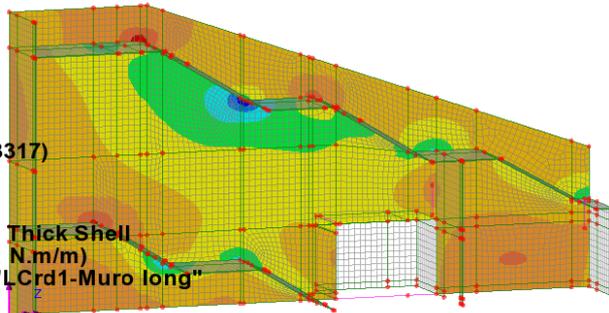
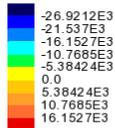


Figura 3-6 My in combinazione SLE Rara

Combining on: Mx
 SLE rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 20.9859E3 at node 8452
 Minimum -27.4723E3 at node 6931

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 60.106
 Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)
 Combining on: Mx
 SLE rara (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 5.38424E3
 Contour maximum 20.9859E3 at node 8452
 Contour minimum -27.4723E3 at node 6931
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 20.9859E3 at node 8452
 Peak/value minimum -27.4723E3 at node 6931

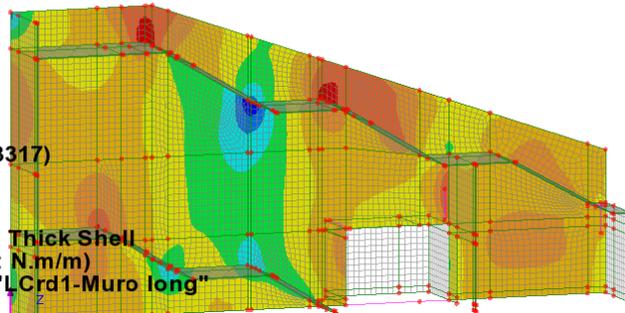
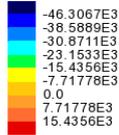


Figura 3-7 Mx in combinazione SLE Rara

3.5.1.3 Azioni interne per la combinazione SLE frequente

Combining on: My
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 22.9428E3 at node 8390
 Minimum -46.5172E3 at node 6881

Scale: 1: 70.2084

Zoom: 60.106

Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)

Combining on: My
 SLE frequente (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 7.71778E3
 Contour maximum 22.9428E3 at node 8390
 Contour minimum -46.5172E3 at node 6881
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 22.9428E3 at node 8390
 Peak/value minimum -46.5172E3 at node 6881

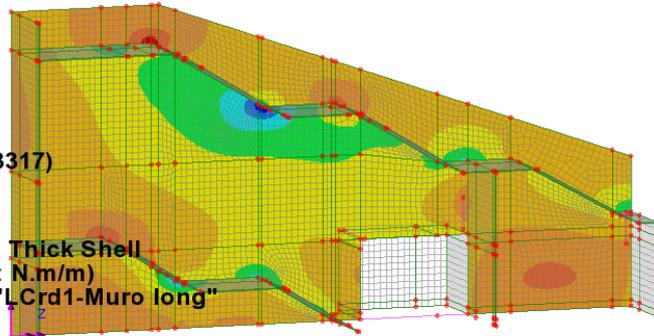
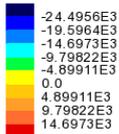


Figura 3-8 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 19.102E3 at node 8452
 Minimum -24.99E3 at node 6931

Scale: 1: 70.2084

Zoom: 60.106

Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)

Combining on: Mx
 SLE frequente (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 4.89911E3
 Contour maximum 19.102E3 at node 8452
 Contour minimum -24.99E3 at node 6931
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 19.102E3 at node 8452
 Peak/value minimum -24.99E3 at node 6931

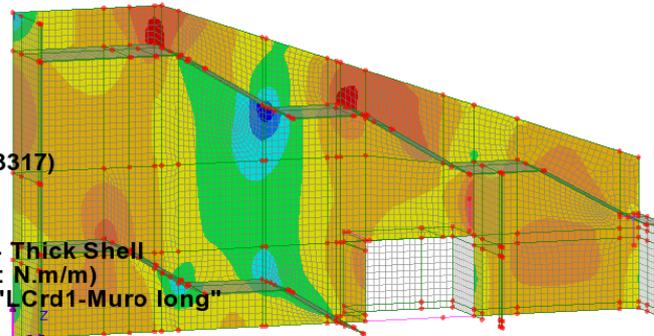
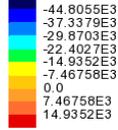


Figura 3-9 Mx in combinazione SLE frequente

3.5.1.4 Azioni interne per la combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: My (Units: N.m/m)



Maximum 22.2175E3 at node 8390
 Minimum -44.9907E3 at node 6881

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 60.106
 Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)
 Combining on: My
 SLE QP (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 7.46758E3
 Contour maximum 22.2175E3 at node 8390
 Contour minimum -44.9907E3 at node 6881
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 22.2175E3 at node 8390
 Peak/value minimum -44.9907E3 at node 6881

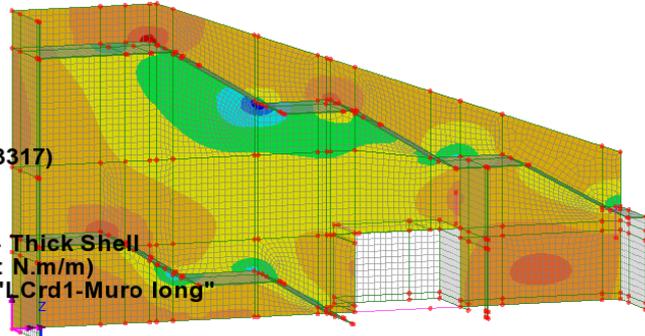
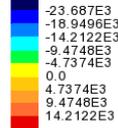


Figura 3-10 My in combinazione SLE QP

Combining on: Mx
 SLE QP(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Component: Mx (Units: N.m/m)



Maximum 18.474E3 at node 8452
 Minimum -24.1626E3 at node 6931

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 60.106
 Eye: (-0.323574, -0.935286, 0.143317)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Number of contours: 9
 Contour interval: 4.7374E3
 Contour maximum 18.474E3 at node 8452
 Contour minimum -24.1626E3 at node 6931
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Transformation: Local Coords "LCrd1-Muro long"
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 18.474E3 at node 8452
 Peak/value minimum -24.1626E3 at node 6931

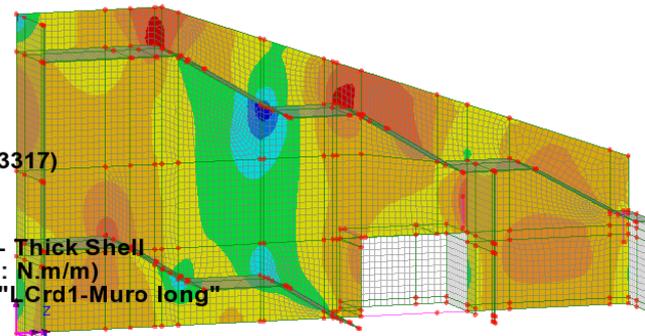


Figura 3-11 Mx in combinazione SLE QP

3.5.1.5 Riepilogo azioni interne

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	
<u>Muro longitudinale</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	62.14kNm		
			Min	-65.69kNm		
		My [kNm/m]	Max	81.05kNm		
			Min	-103.87Nm	85.67kNm	
		Sx [kNm/m]	Max	402.3kNm	119.72kN	
		Sy [kNm/m]	Max	384.94kNm	139.73kN	
		S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	20.99kNm	
				Min	-27.47kNm	
	My [kNm/m]		Max	25.11kNm		
			Min	-51.10kNm		
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	19.10kNm		
			Min	-24.99kNm		
		My [kNm/m]	Max	22.94kNm		
			Min	-46.52kNm		
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	18.47kNm		
			Min	-24.16kNm		
My [kNm/m]		Max	22.22kNm			
		Min	-44.99kNm			

Nella tabella riepilogativa delle sollecitazioni vengono riportati valori di picco e i valori mediati. Quest'ultimi sono ricavati escludendo dalle verifiche i valori singolari di sollecitazione non significativi agli scopi ingegneristici.

3.5.2 MURI TRASVERSALI

I muri trasversali hanno il seguente ordinamento degli assi:

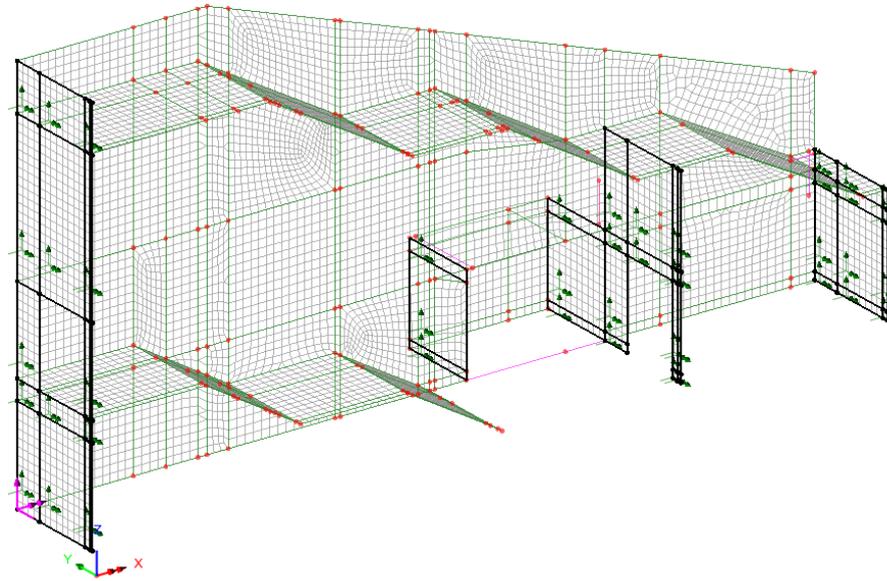


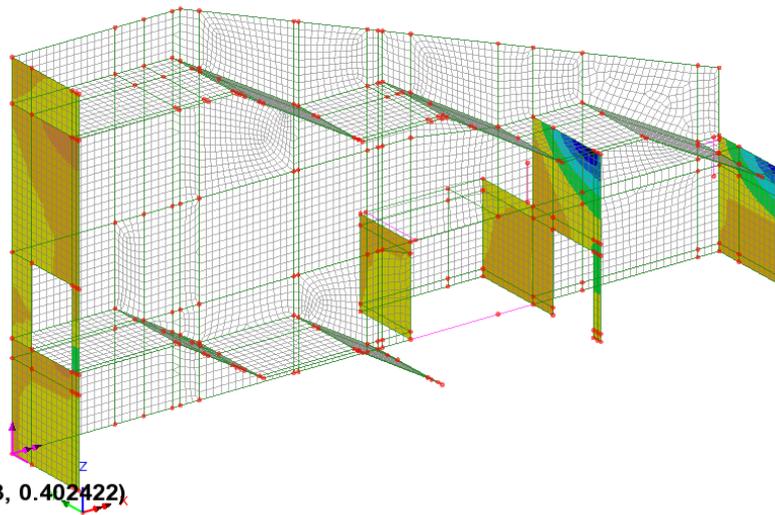
Figura 3-12 orientamento assi pareti trasversali

3.5.2.1 Azioni interne per la combinazione SLU (STR)/SLV

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

Blue	-82.7742E3
Dark Blue	-66.2194E3
Light Blue	-49.6645E3
Cyan	-33.1097E3
Green	-16.5548E3
Yellow	0.0
Orange	16.5548E3
Red	33.1097E3
Dark Red	49.6645E3

Maximum 52.9943E3 at node 5049
 Minimum -95.9993E3 at node 5049

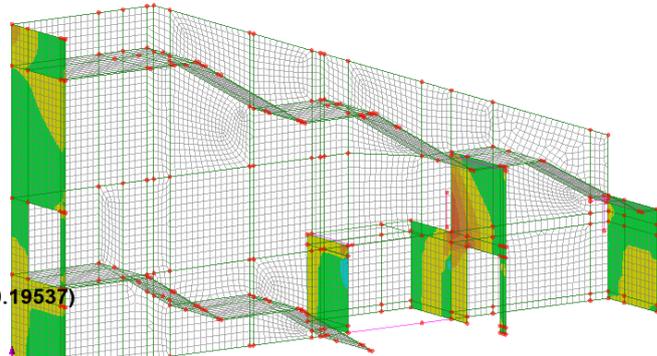


Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 81.7442
 Eye: (-0.534222, -0.743413, 0.402422)
 Combining on: My
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 16.5548E3
 Contour maximum 52.9943E3 at node 5049
 Contour minimum -95.9993E3 at node 5049

Figura 3-13 My in combinazione SLU/SLV

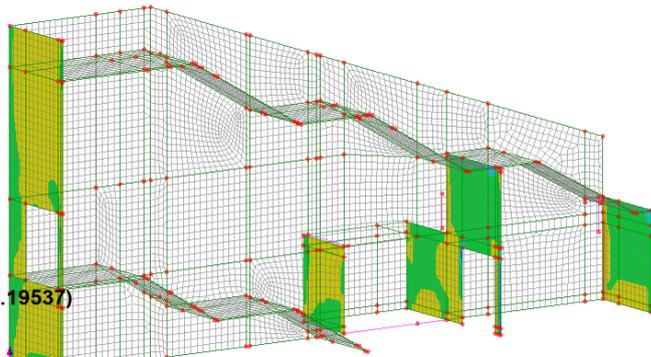
Combining on: Mx
 ENV SLU e SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)
 -62.6369E3
 -46.9777E3
 -31.3185E3
 -15.6592E3
 0.0
 15.6592E3
 31.3185E3
 46.9777E3
 62.6369E3
 Maximum 72.4153E3 at node 2668
 Minimum -68.5178E3 at node 2668



Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 74.423
 Eye: (-0.554582, -0.808869, 0.19537)
 Combining on: Mx
 ENV SLU e SLV (Min)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 15.6592E3
 Contour maximum 72.4153E3 at node 2668
 Contour minimum -68.5178E3 at node 2668
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 72.4153E3 at node 2668
 Peak/value minimum -68.5178E3 at node 2668

Figura 3-14 Mx in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sy
 ENV SLU e SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)
 -313.634E3
 -235.225E3
 -156.817E3
 -78.4085E3
 0.0
 78.4085E3
 156.817E3
 235.225E3
 313.634E3
 Maximum 324.501E3 at node 858
 Minimum -381.175E3 at node 6



Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 74.423
 Eye: (-0.554582, -0.808869, 0.19537)
 Combining on: Sy
 ENV SLU e SLV (Min)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 78.4085E3
 Contour maximum 324.501E3 at node 858
 Contour minimum -381.175E3 at node 6
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Sy (Units: N/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 324.501E3 at node 858
 Peak/value minimum -381.175E3 at node 6

Figura 3-15 Sy in combinazione SLU/SLV

Combining on: Sx
 ENV SLU e SLV(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)
 -301.124E3
 -225.843E3
 -150.562E3
 -75.281E3
 0.0
 75.281E3
 150.562E3
 225.843E3
 301.124E3
 Maximum 357.351E3 at node 16
 Minimum -320.179E3 at node 2668

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 67.3642
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: Sx
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sx (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 75.281E3
 Contour maximum 357.351E3 at node 16
 Contour minimum -320.179E3 at node 2668
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Sx (Units: N/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 357.351E3 at node 16
 Peak/value minimum -320.179E3 at node 2668

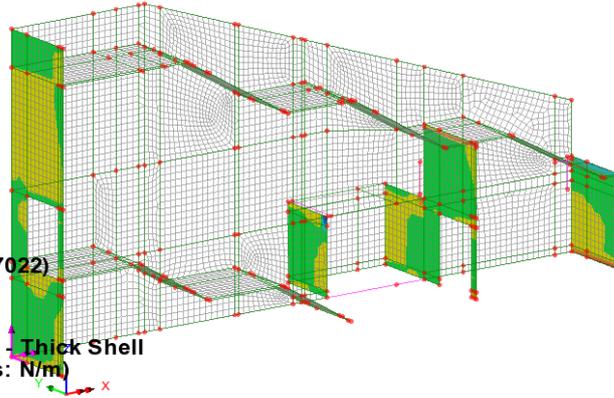


Figura 3-16 Sx in combinazione SLU/SLV

3.5.2.2 Azioni interne per la combinazione SLE Rara

Combining on: My
 SLE rara(Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)
 -35.9062E3
 -28.725E3
 -21.5437E3
 -14.3625E3
 -7.18125E3
 0.0
 7.18125E3
 14.3625E3
 21.5437E3
 Maximum 24.5875E3 at node 8079
 Minimum -40.0438E3 at node 3306

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 66.2493
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: My
 SLE rara (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 7.18125E3
 Contour maximum 24.5875E3 at node 8079
 Contour minimum -40.0438E3 at node 3306
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 24.5875E3 at node 8079
 Peak/value minimum -40.0438E3 at node 3306

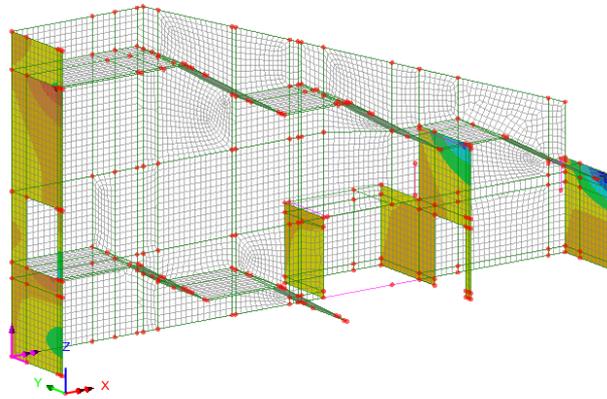
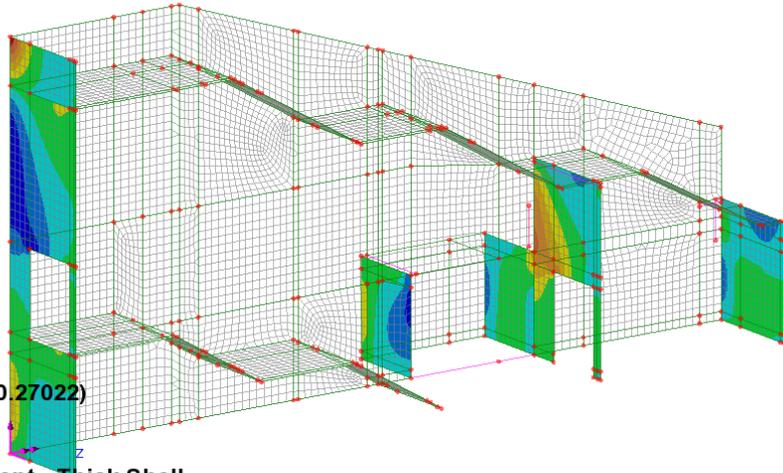


Figura 3-17 My in combinazione SLE Rara

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

Blue	-10.2176E3
Dark Blue	-6.81174E3
Light Blue	-3.40587E3
White	0.0
Yellow	3.40587E3
Orange	6.81174E3
Red	10.2176E3
Dark Red	13.6235E3
Light Red	17.0293E3

Maximum 19.5656E3 at node 8681
 Minimum -11.0872E3 at node 5426



Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 83.1031
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: Mx
 SLE rara (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 3.40587E3
 Contour maximum 19.5656E3 at node 8681
 Contour minimum -11.0872E3 at node 5426
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 19.5656E3 at node 8681
 Peak/value minimum -11.0872E3 at node 5426

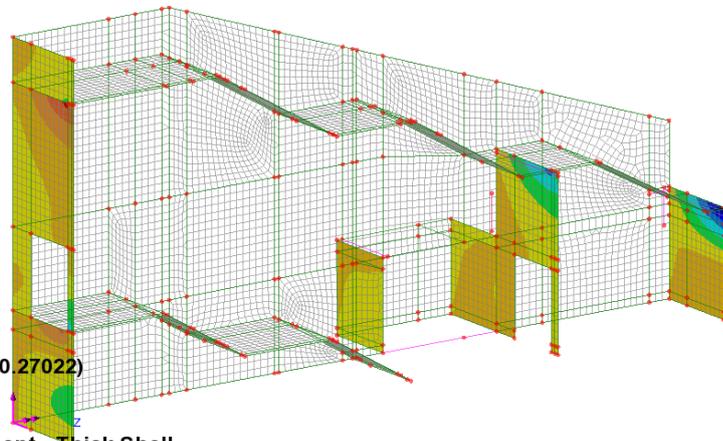
Figura 3-18 Mx in combinazione SLE Rara

3.5.2.3 Azioni interne per la combinazione SLE frequente

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

Blue	-32.7794E3
Dark Blue	-26.2235E3
Light Blue	-19.6676E3
White	-13.1117E3
Yellow	-6.55587E3
Orange	0.0
Red	6.55587E3
Dark Red	13.1117E3
Light Red	19.6676E3

Maximum 22.1157E3 at node 8079
 Minimum -36.8872E3 at node 3306

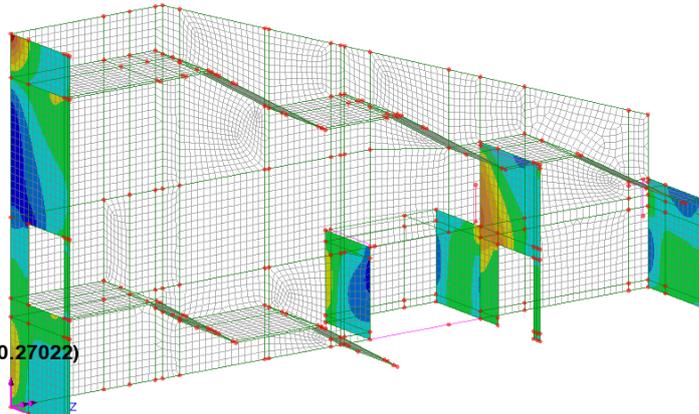


Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 83.1031
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: My
 SLE frequente (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.55587E3
 Contour maximum 22.1157E3 at node 8079
 Contour minimum -36.8872E3 at node 3306
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 22.1157E3 at node 8079
 Peak/value minimum -36.8872E3 at node 3306

Figura 3-19 My in combinazione SLE frequente

Combining on: Mx
 SLE frequente (Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)
 -9.2086E3
 -6.13907E3
 -3.06953E3
 0.0
 3.06953E3
 6.13907E3
 9.2086E3
 12.2781E3
 15.3477E3
 Maximum 17.7122E3 at node 8681
 Minimum -9.91362E3 at node 5426

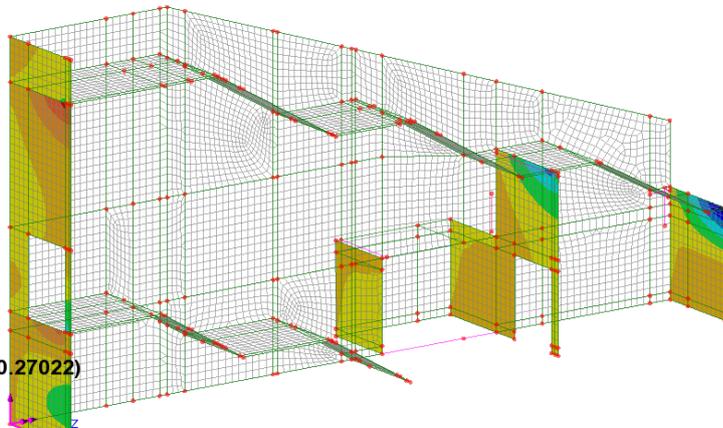


Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 83.1031
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Min)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 3.06953E3
 Contour maximum 17.7122E3 at node 8681
 Contour minimum -9.91362E3 at node 5426
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 17.7122E3 at node 8681
 Peak/value minimum -9.91362E3 at node 5426

Figura 3-20 Mx in combinazione SLE frequente

3.5.2.4 Azioni interne per la combinazione SLE Quasi Permanente

Combining on: My
 SLE QP (Extreme)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: My (Units: N.m/m)
 -31.7371E3
 -25.3896E3
 -19.0422E3
 -12.6948E3
 -6.34741E3
 0.0
 6.34741E3
 12.6948E3
 19.0422E3
 Maximum 21.2918E3 at node 8079
 Minimum -35.8349E3 at node 3306



Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 83.1031
 Eye: (-0.553554, -0.787756, 0.27022)
 Combining on: My
 SLE QP (Min)
 Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.34741E3
 Contour maximum 21.2918E3 at node 8079
 Contour minimum -35.8349E3 at node 3306
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 21.2918E3 at node 8079
 Peak/value minimum -35.8349E3 at node 3306

Figura 3-21 My in combinazione SLE QP

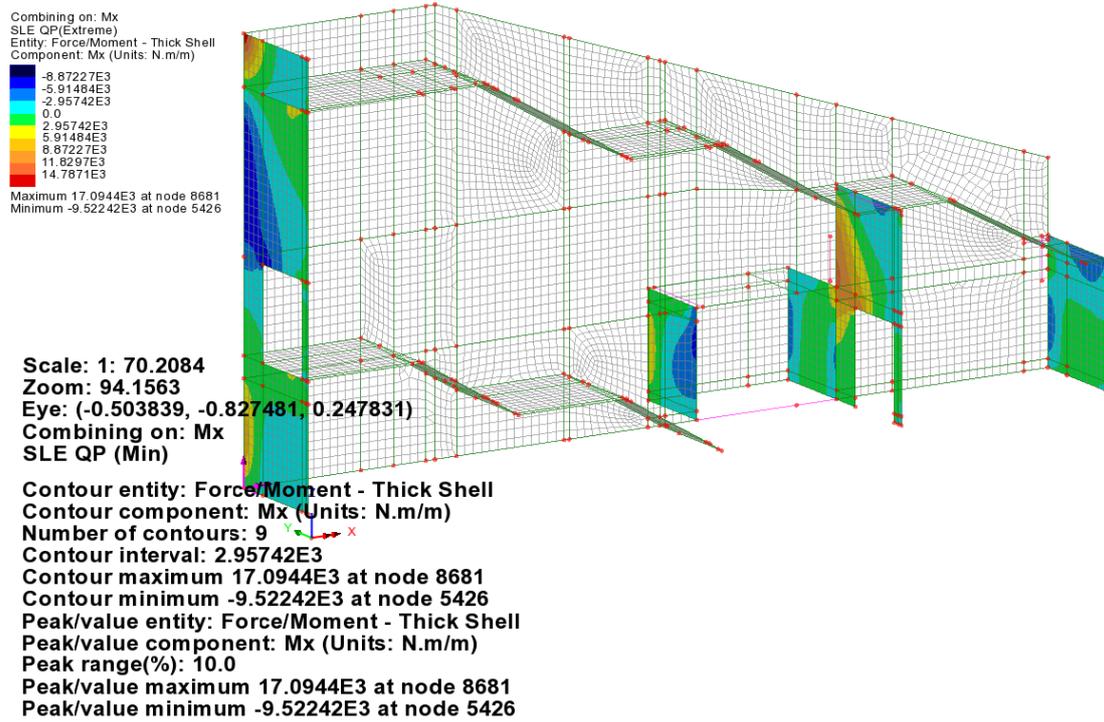


Figura 3-22 Mx in combinazione SLE QP

3.5.2.5 Riepilogo azioni interne

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)
<u>Muri trasversali</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	72.42kNm	
			Min	-68.52kNm	
		My [kNm/m]	Max	52.99kNm	
			Min	-95.99kNm	-71.35kNm
	Sx [kNm/m]	Max	357.35kN	63.21kNm	
		Sy [kNm/m]	Max	381.17kN	75.20kN
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	19.57kNm	
			Min	-11.087kNm	
		My [kNm/m]	Max	24.60kNm	
			Min	-40.04kNm	
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	17.71kNm	
			Min	-9.91kNm	
		My [kNm/m]	Max	22.12kNm	
			Min	-36.88kNm	
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	17.09kNm	
			Min	-9.52kNm	
My [kNm/m]		Max	21.29kNm		
		Min	-35.83kNm		

3.5.3 RAMPE

Secondo il riferimento locale delle rampe, x è la direzione parallela alla parete longitudinale:

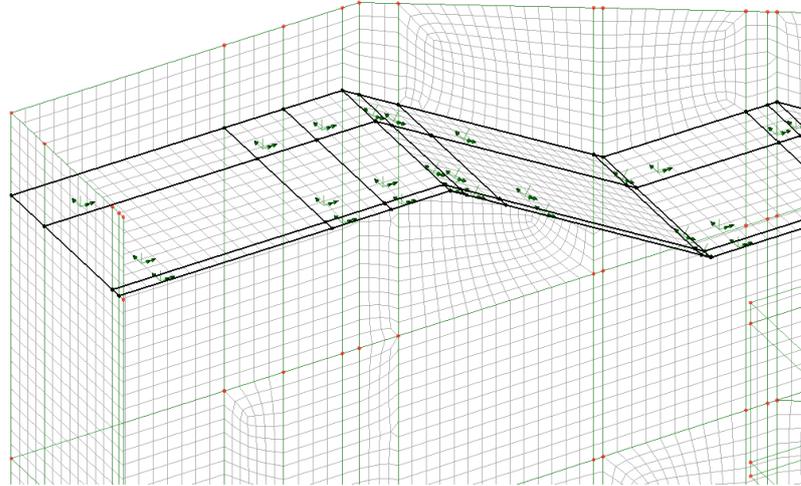
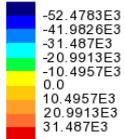


Figura 3-23 orientamento assi delle rampe

3.5.3.1 Azioni interne per la combinazione SLU (STR)/SLV

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



Maximum 39.8616E3 at node 6881
 Minimum -54.5993E3 at node 1715

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 84.0682
 Eye: (-0.289339, -0.772796, 0.564862)
 Combining on: My
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 10.4957E3
 Contour maximum 39.8616E3 at node 6881
 Contour minimum -54.5993E3 at node 1715

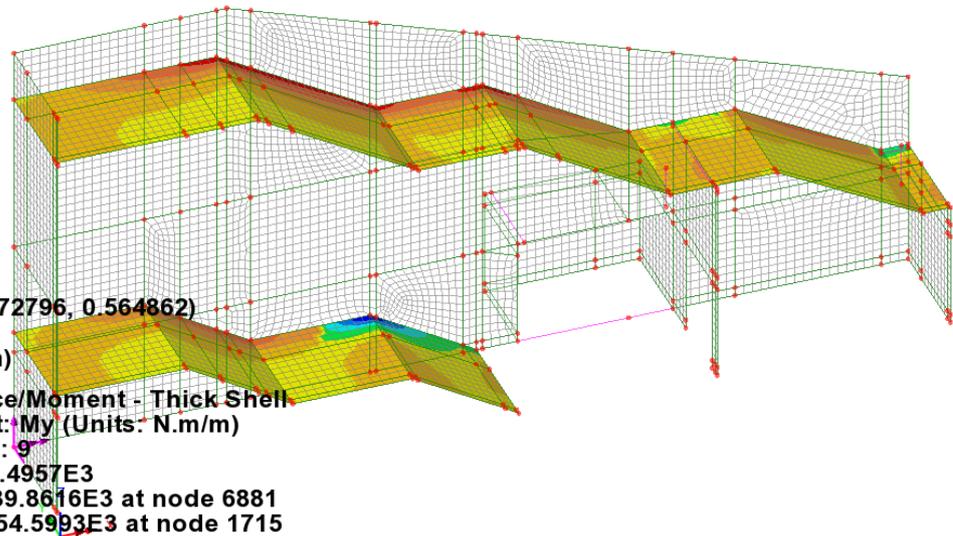
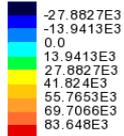


Figura 3-24 My in combinazione SLU/SLV

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



Maximum 91.8467E3 at node 5036
 Minimum -33.6252E3 at node 5031

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 84.0682
 Eye: (-0.289339, -0.772796, 0.564862)
 Combining on: Mx
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 13.9413E3
 Contour maximum 91.8467E3 at node 5036
 Contour minimum -33.6252E3 at node 5031

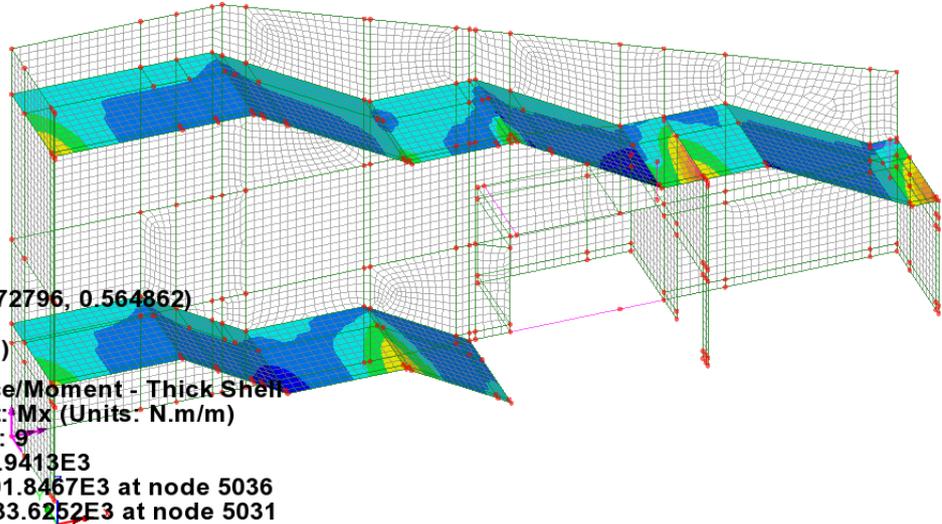
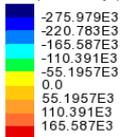


Figura 3-25 Mx in combinazione SLU/SLV

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



Maximum 201.474E3 at node 5161
 Minimum -295.288E3 at node 101

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 89.0642
 Eye: (-0.262863, -0.804455, 0.532687)
 Combining on: Sy
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 55.1957E3
 Contour maximum 201.474E3 at node 5161
 Contour minimum -295.288E3 at node 101

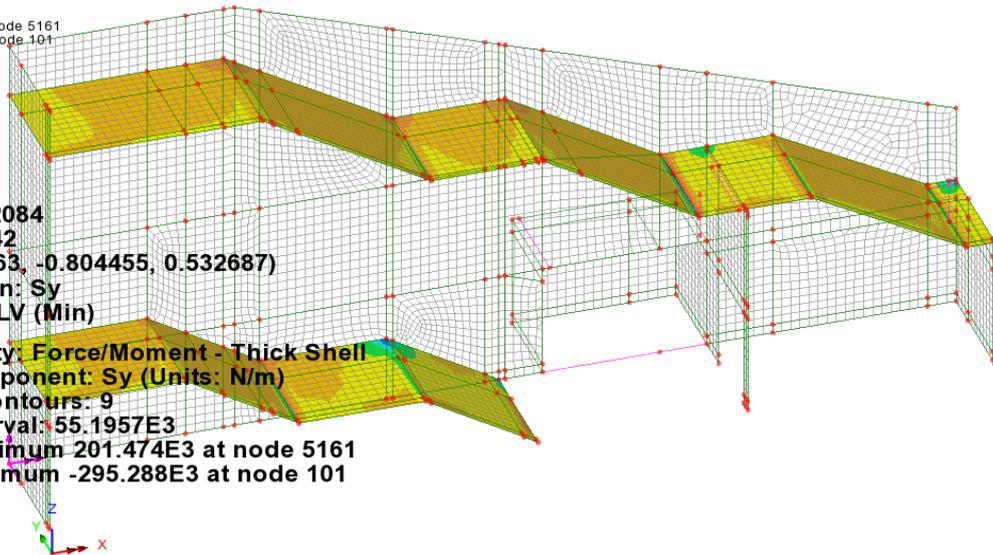


Figura 3-26 Sy in combinazione SLU/SLV

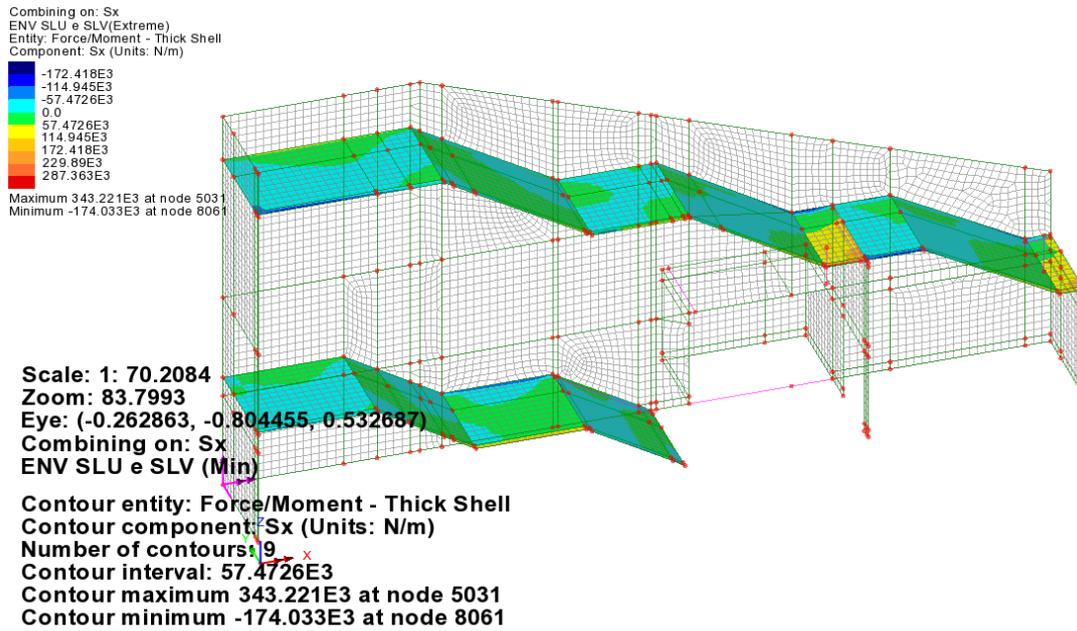


Figura 3-27 Sx in combinazione SLU/SLV

3.5.3.2 Azioni interne per la combinazione SLE Rara

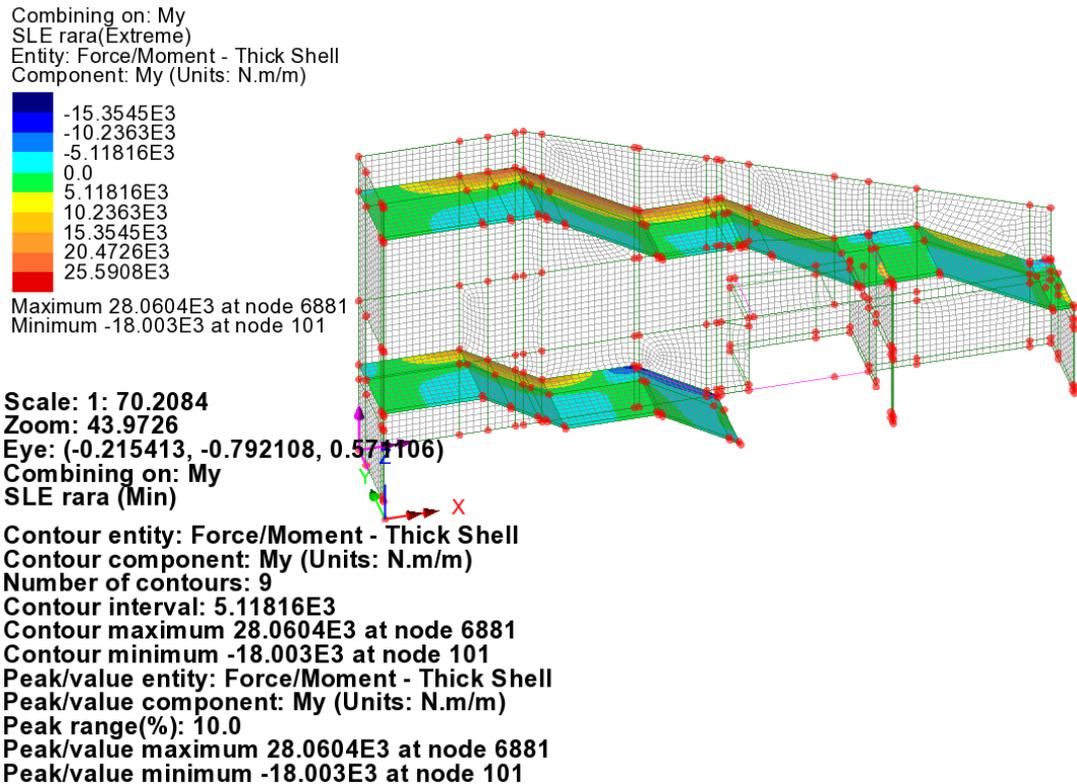


Figura 3-28 My in combinazione SLE Rara

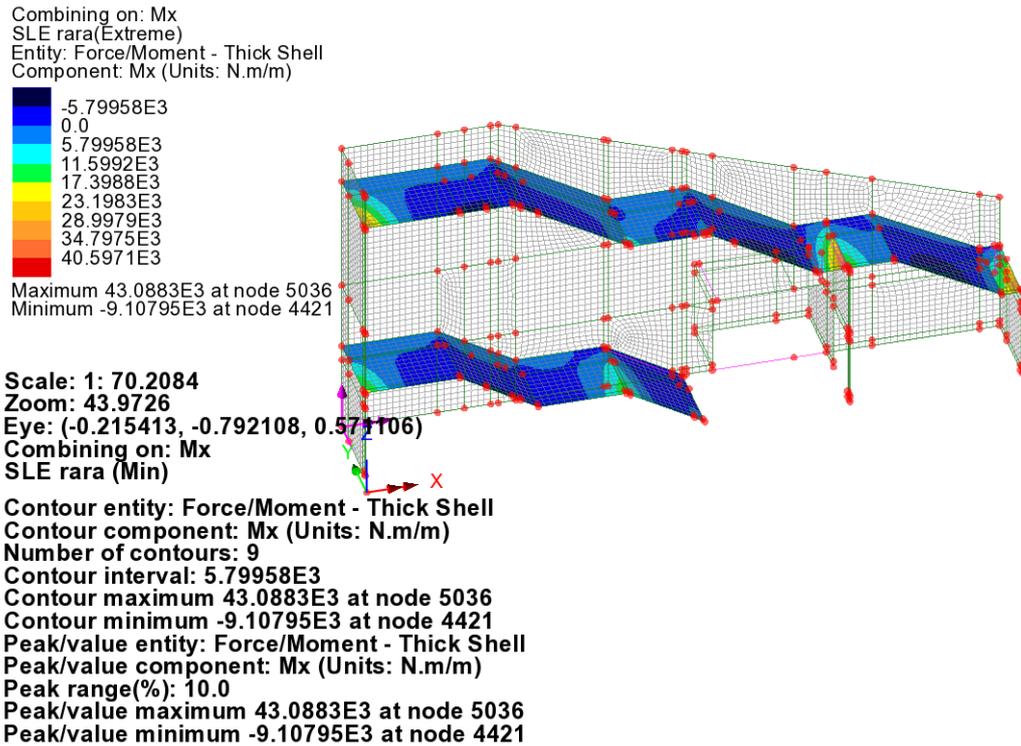


Figura 3-29 Mx in combinazione SLE Rara

3.5.3.3 Azioni interne per la combinazione SLE frequente

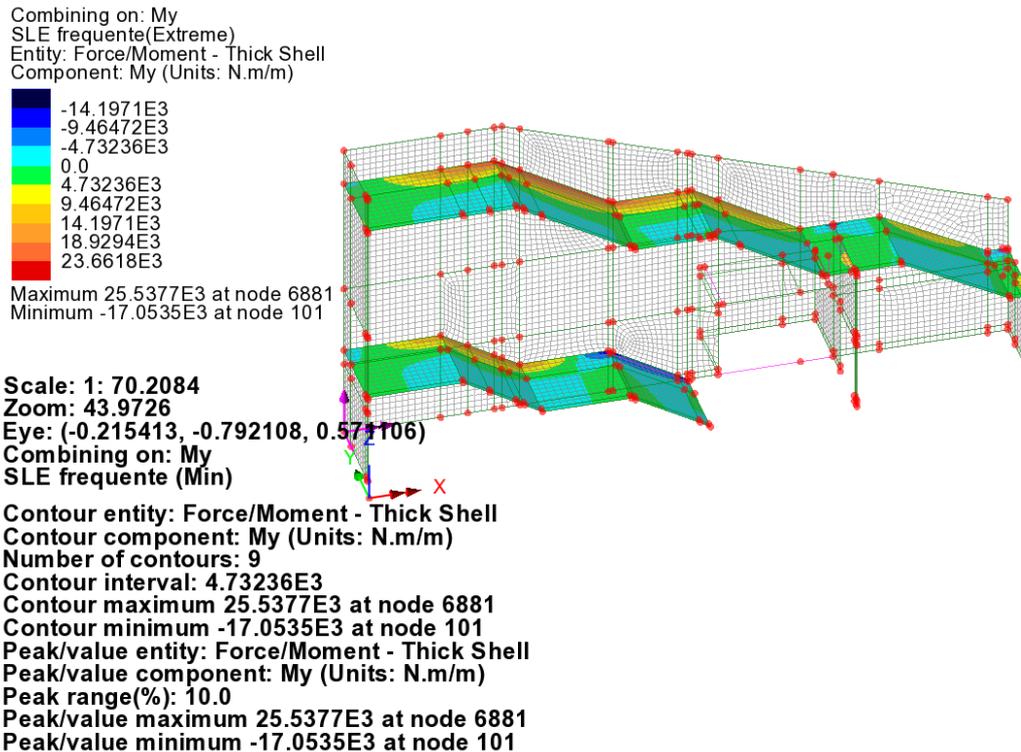


Figura 3-30 My in combinazione SLE frequente

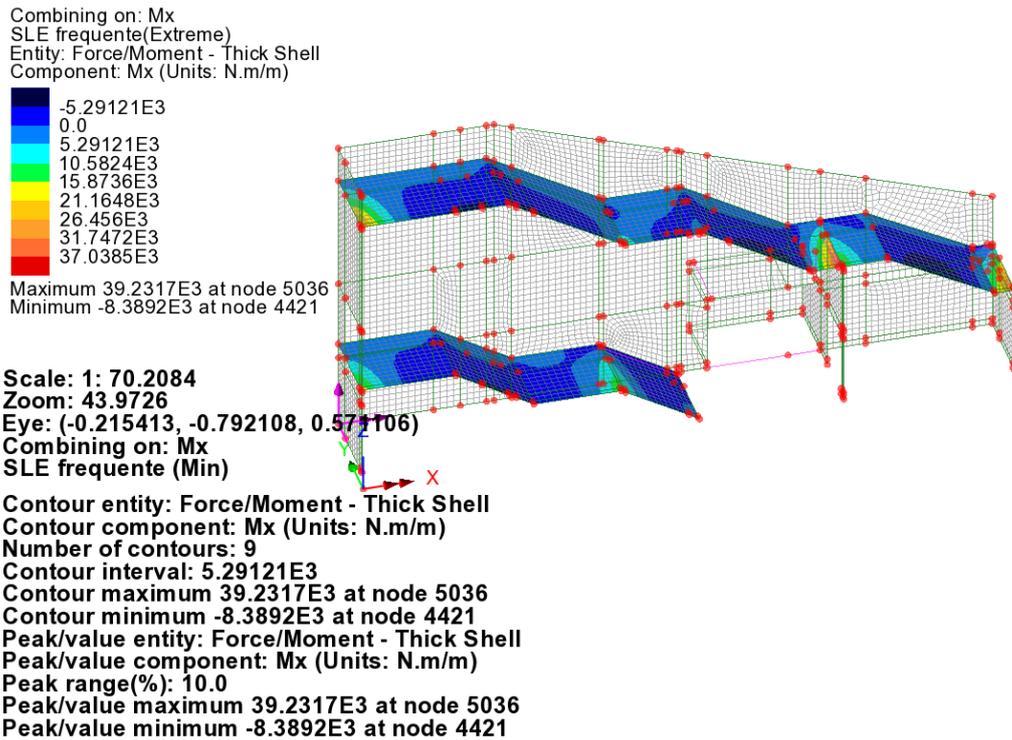


Figura 3-31 Mx in combinazione SLE frequente

3.5.3.4 Azioni interne per la combinazione SLE Quasi Permanente

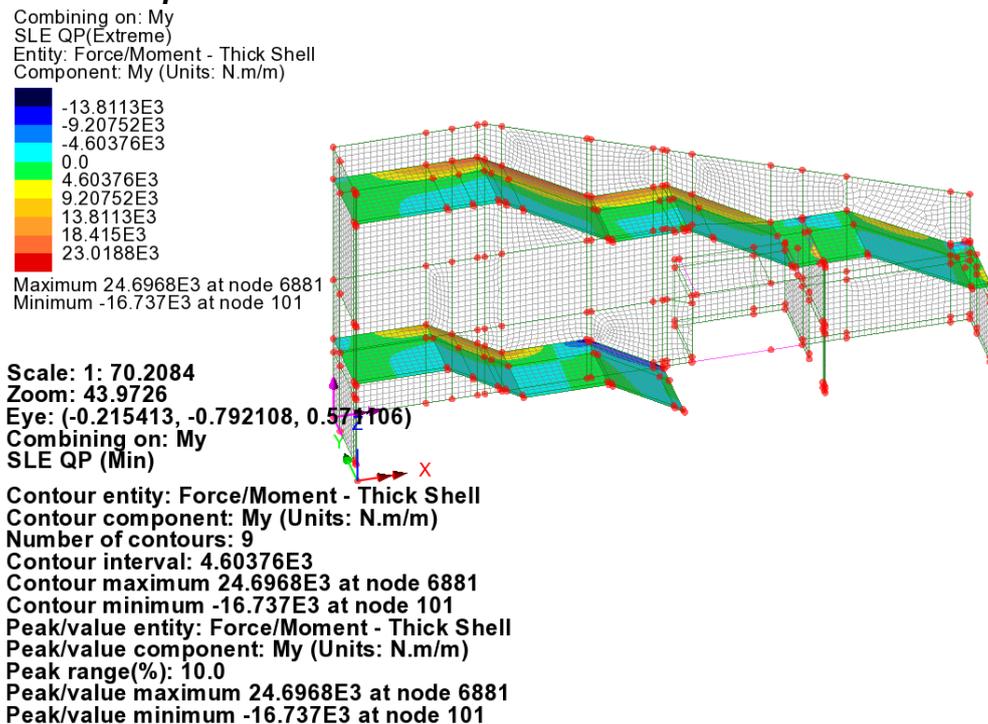


Figura 3-32 My in combinazione SLE QP

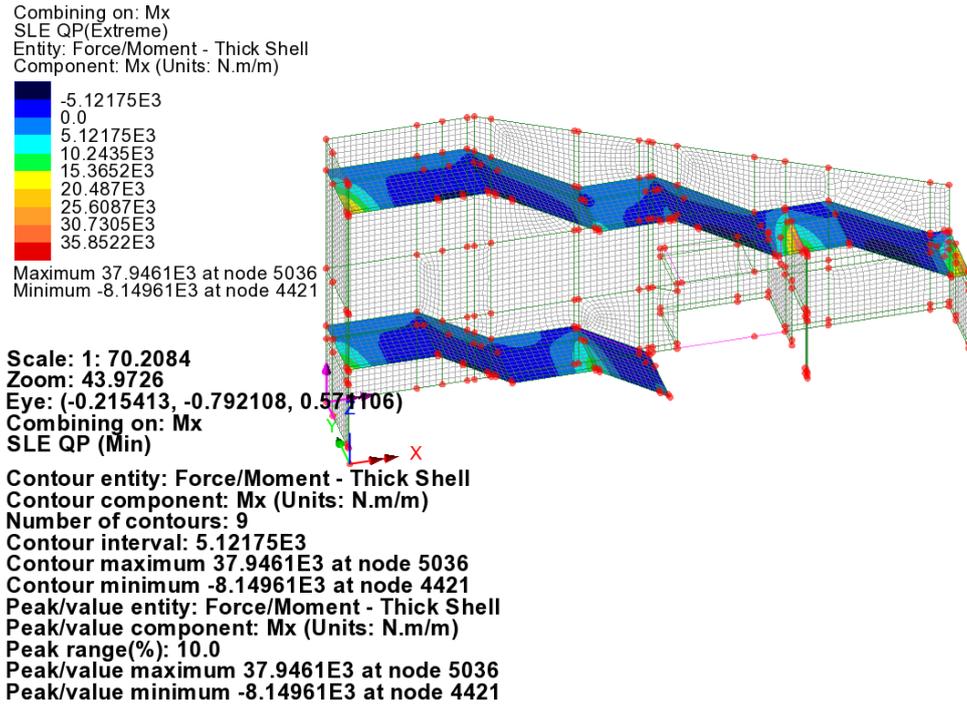


Figura 3-33 Mx in combinazione SLE QP

3.5.3.5 Riepilogo azioni interne

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)
rampe	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	91.85kNm	58.86kNm
			Min	-33.63kNm	
		My [kNm/m]	Max	39.86kNm	
			Min	-54.60kNm	
	Sx [kNm/m]	Max	343.22kN	97.45kN	
	Sy [kNm/m]	Max	295.28kN	59.32kN	
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	43.10kNm	
			Min	-9.11kNm	
		My [kNm/m]	Max	28.06kNm	
			Min	-18.00kNm	
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	39.23kNm	29.01kNm
			Min	-8.39kNm	
		My [kNm/m]	Max	25.54kNm	
			Min	-17.05kNm	
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	37.95kNm	28.07kNm
			Min	-8.15kNm	
My [kNm/m]		Max	24.70kNm		
		Min	-16.74kNm		

3.5.4 PARETE LONGITUDINALE LUOGO SICURO

Secondo il riferimento locale, x è la direzione parallela alla parete longitudinale:

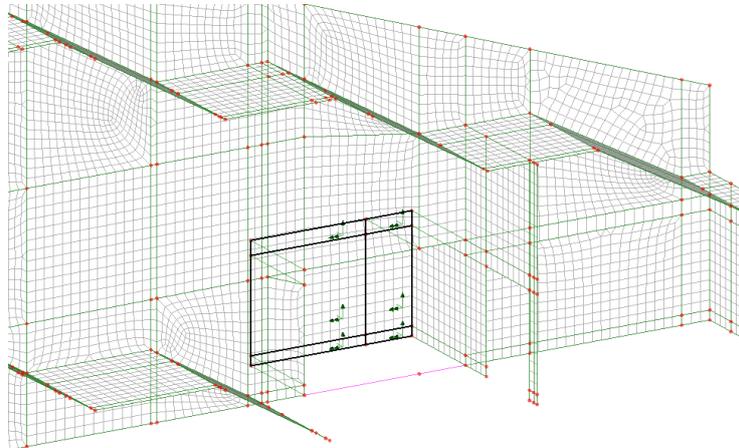


Figura 3-34 orientamento assi della parete luogo sicuro

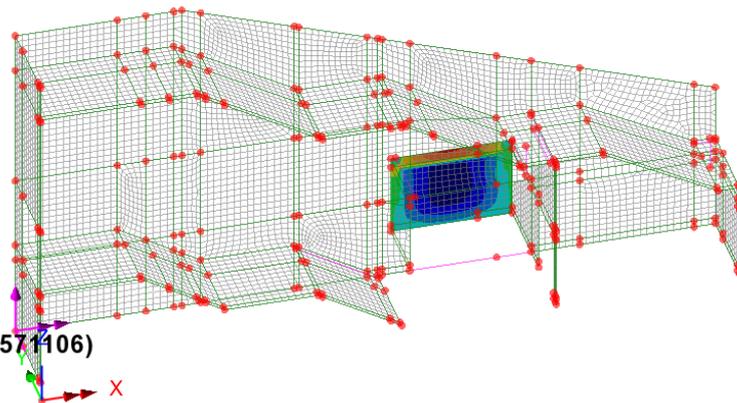
3.5.4.1 Azioni interne per la combinazione SLU (STR)/SLV

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



Maximum 12.7952E3 at node 2893
 Minimum -9.0061E3 at node 1267

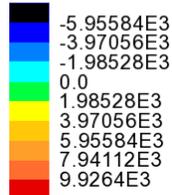
Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: My
 ENV SLU e SLV (Min)



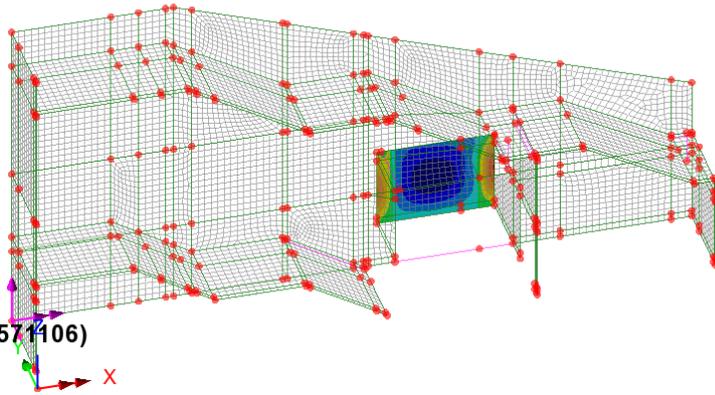
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 2.42237E3
 Contour maximum 12.7952E3 at node 2893
 Contour minimum -9.0061E3 at node 1267
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 12.7952E3 at node 2893
 Peak/value minimum -9.0061E3 at node 1267

Figura 3-35 My in combinazione SLU/SLV

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



Maximum 10.4764E3 at node 1472
 Minimum -7.39117E3 at node 1463

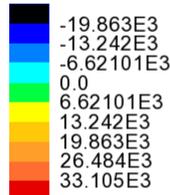


Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: Mx
 ENV SLU e SLV (Min)

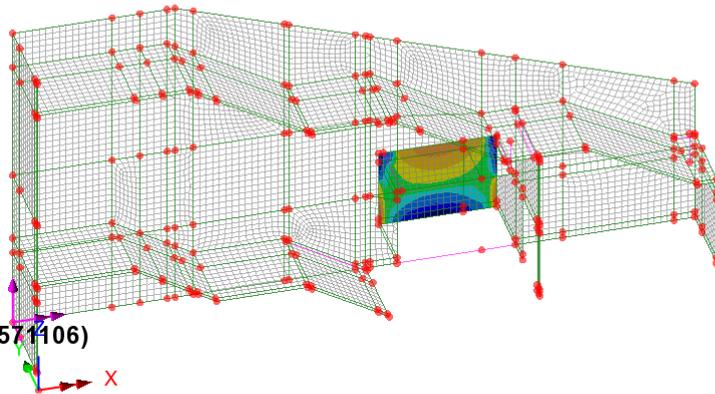
Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 1.98528E3
 Contour maximum 10.4764E3 at node 1472
 Contour minimum -7.39117E3 at node 1463
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 10.4764E3 at node 1472
 Peak/value minimum -7.39117E3 at node 1463

Figura 3-36 Mx in combinazione SLU/SLV

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



Maximum 35.8439E3 at node 492
 Minimum -23.7452E3 at node 162



Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: Sy
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Sy (Units: N/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 6.62101E3
 Contour maximum 35.8439E3 at node 492
 Contour minimum -23.7452E3 at node 162
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Sy (Units: N/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 35.8439E3 at node 492
 Peak/value minimum -23.7452E3 at node 162

Figura 3-37 Sy in combinazione SLU/SLV

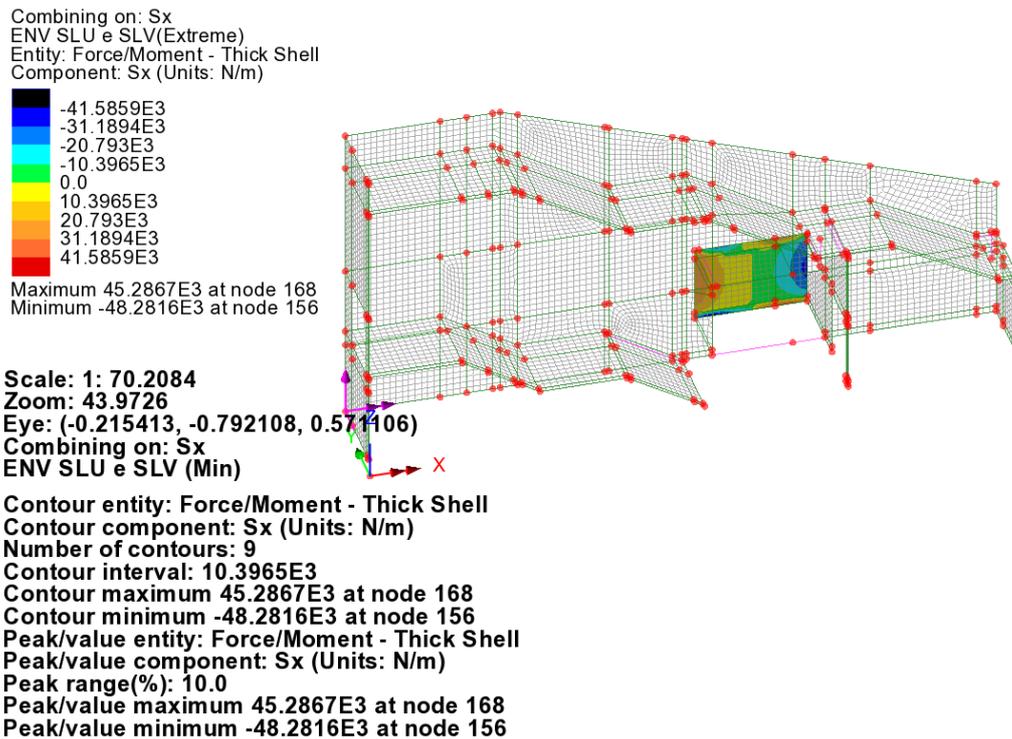


Figura 3-38 Sx in combinazione SLU/SLV

3.5.4.2 Azioni interne per la combinazione SLE Rara

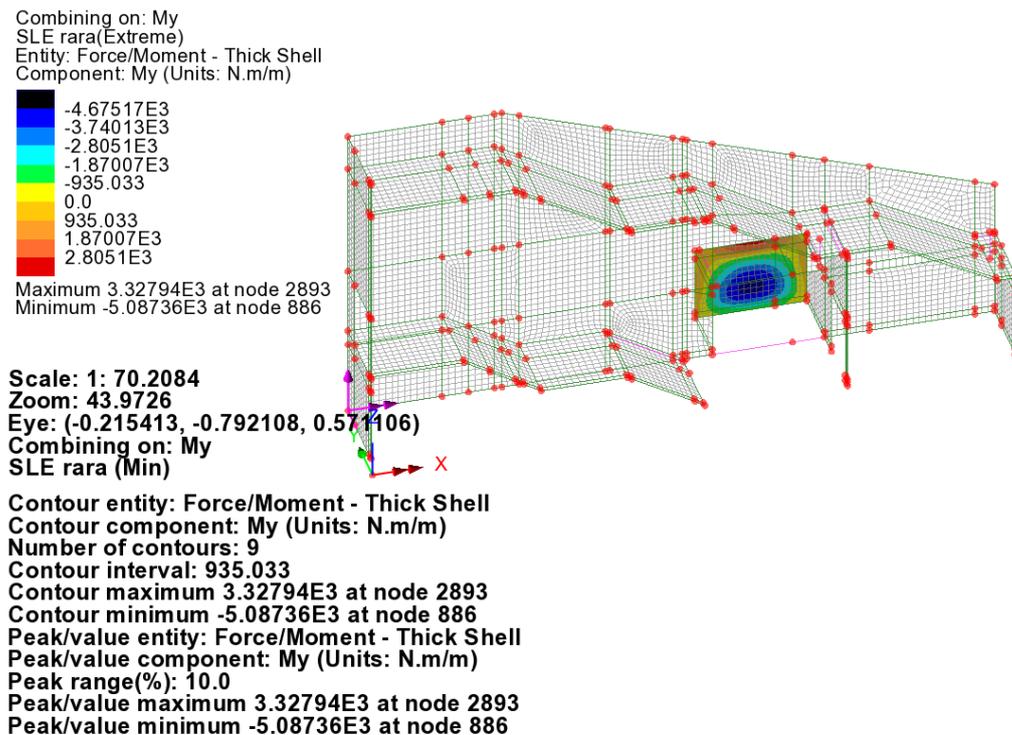
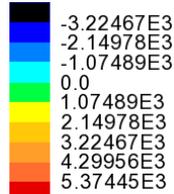


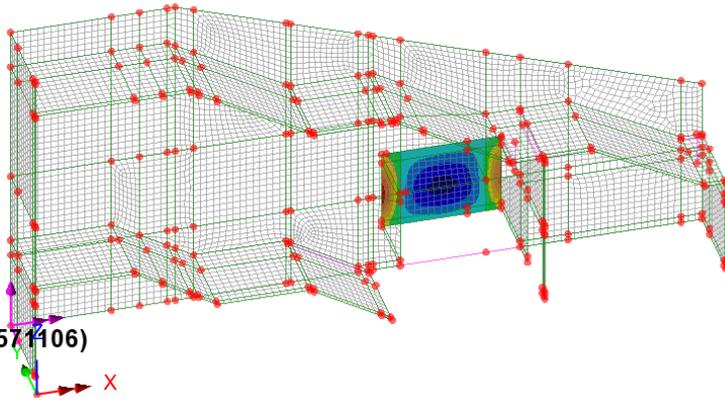
Figura 3-39 My in combinazione SLE Rara

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



Maximum 6.17239E3 at node 1066
 Minimum -3.50163E3 at node 1075

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: Mx
 SLE rara (Min)

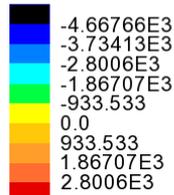


Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 1.07489E3
 Contour maximum 6.17239E3 at node 1066
 Contour minimum -3.50163E3 at node 1075
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 6.17239E3 at node 1066
 Peak/value minimum -3.50163E3 at node 1075

Figura 3-40 Mx in combinazione SLE Rara

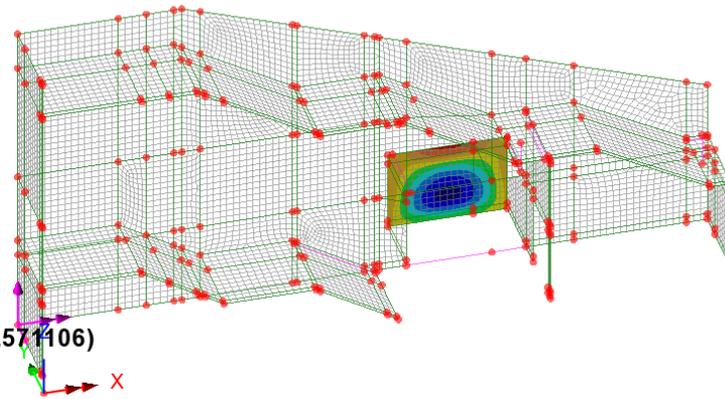
3.5.4.3 Azioni interne per la combinazione SLE frequente

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



Maximum 3.32794E3 at node 2893
 Minimum -5.07386E3 at node 886

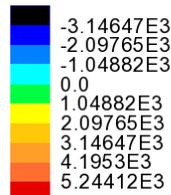
Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: My
 SLE frequente (Min)



Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 933.533
 Contour maximum 3.32794E3 at node 2893
 Contour minimum -5.07386E3 at node 886
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 3.32794E3 at node 2893
 Peak/value minimum -5.07386E3 at node 886

Figura 3-41 My in combinazione SLE frequente

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



Maximum 5.99538E3 at node 1066
 Minimum -3.44404E3 at node 1075

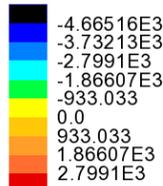
Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: Mx
 SLE frequente (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 1.04882E3
 Contour maximum 5.99538E3 at node 1066
 Contour minimum -3.44404E3 at node 1075
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 5.99538E3 at node 1066
 Peak/value minimum -3.44404E3 at node 1075

Figura 3-42 Mx in combinazione SLE frequente

3.5.4.4 Azioni interne per la combinazione SLE Quasi Permanente

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



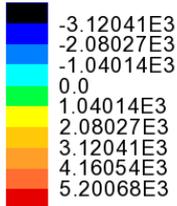
Maximum 3.32794E3 at node 2893
 Minimum -5.06936E3 at node 886

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: My
 SLE QP (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 933.033
 Contour maximum 3.32794E3 at node 2893
 Contour minimum -5.06936E3 at node 886
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 3.32794E3 at node 2893
 Peak/value minimum -5.06936E3 at node 886

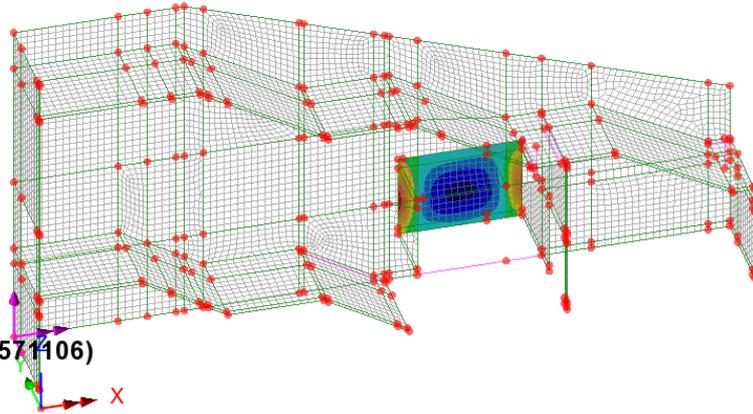
Figura 3-43 My in combinazione SLE QP

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



Maximum 5.93638E3 at node 1066
 Minimum -3.42484E3 at node 1075

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 43.9726
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: Mx
 SLE QP (Min)



Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: Mx (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 1.04014E3
 Contour maximum 5.93638E3 at node 1066
 Contour minimum -3.42484E3 at node 1075
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: Mx (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 5.93638E3 at node 1066
 Peak/value minimum -3.42484E3 at node 1075

Figura 3-44 Mx in combinazione SLE QP

3.5.4.5 Riepilogo azioni interne

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)
<u>Parete luogo sicuro</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	10.48kNm	
			Min	-7.39kNm	
		My [kNm/m]	Max	12.80kNm	
			Min	-9.01kNm	
	S.L.E. rara	Sx [kNm/m]	Max	48.28kN	
		Sy [kNm/m]	Max	35.84kN	
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	6.17kNm	
			Min	-3.50kNm	
		My [kNm/m]	Max	3.33kNm	
			Min	-5.09kNm	
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	5.99kNm	
			Min	-3.44kNm	
		My [kNm/m]	Max	3.33kNm	
			Min	-5.07kNm	
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	5.94kNm	
			Min	-3.42kNm	
My [kNm/m]		Max	3.33kNm		
		Min	-5.07kNm		

3.5.5 SOLETTA SUPERIORE LUOGO SICURO

Il sistema di riferimento locale per la soletta è:

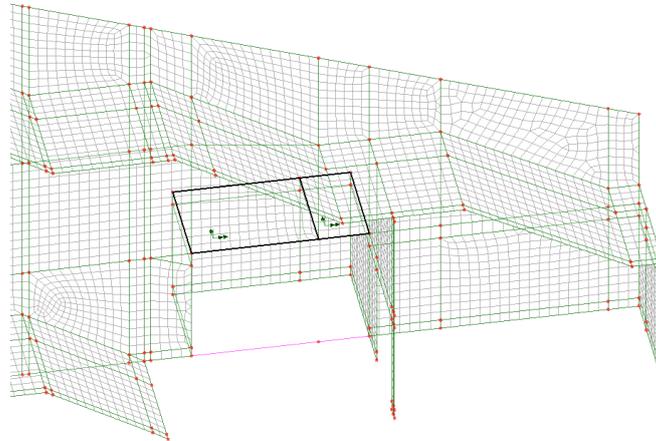
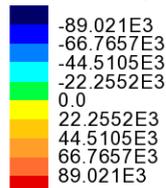


Figura 3-45 orientamento assi soletta superiore luogo sicuro

L'asse x locale è disposto parallelamente alla parete longitudinale.

3.5.5.1 Azioni interne per la combinazione SLU (STR)/SLV

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



Maximum 111.194E3 at node 2668
 Minimum -89.1028E3 at node 2668

Scale: 1: 70.2084
 Zoom: 55.1593
 Eye: (-0.215413, -0.792108, 0.571106)
 Combining on: My
 ENV SLU e SLV (Min)

Contour entity: Force/Moment - Thick Shell
 Contour component: My (Units: N.m/m)
 Number of contours: 9
 Contour interval: 22.2552E3
 Contour maximum 111.194E3 at node 2668
 Contour minimum -89.1028E3 at node 2668
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick Shell
 Peak/value component: My (Units: N.m/m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 111.194E3 at node 2668
 Peak/value minimum -89.1028E3 at node 2668

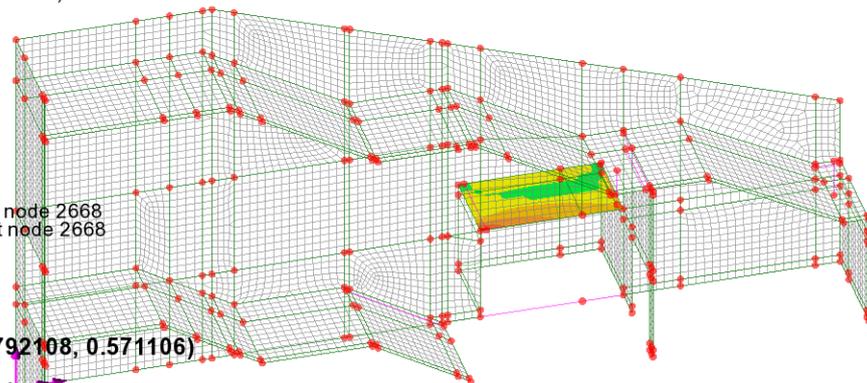


Figura 3-46 My in combinazione SLU/SLV

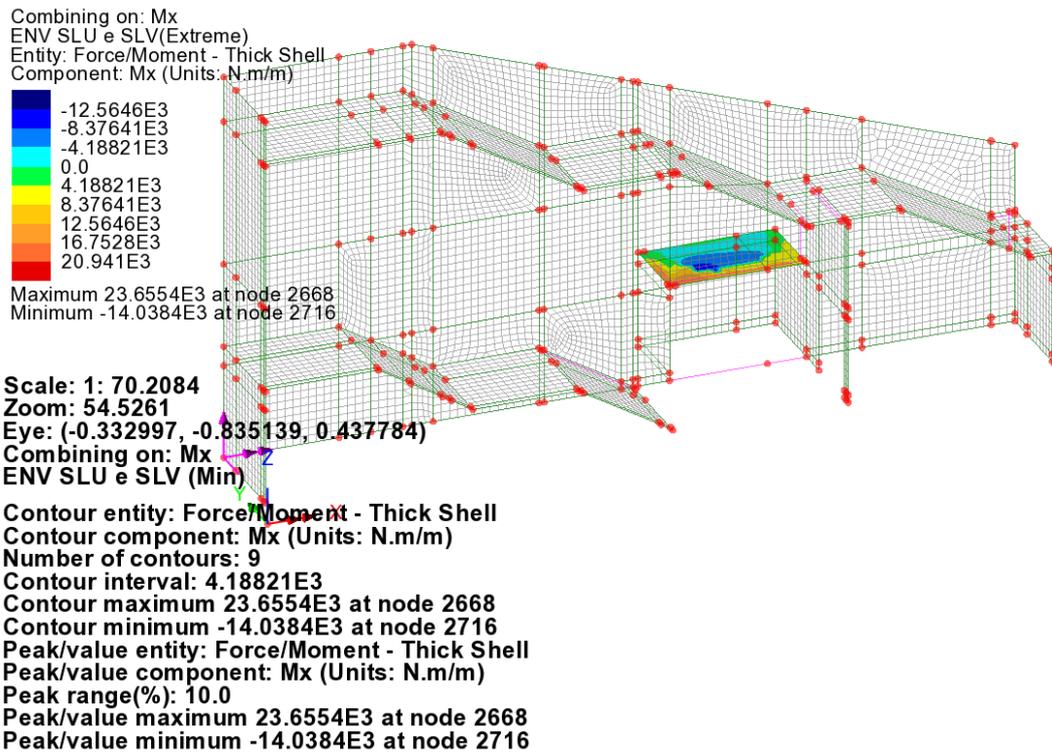


Figura 3-47 Mx in combinazione SLU/SLV

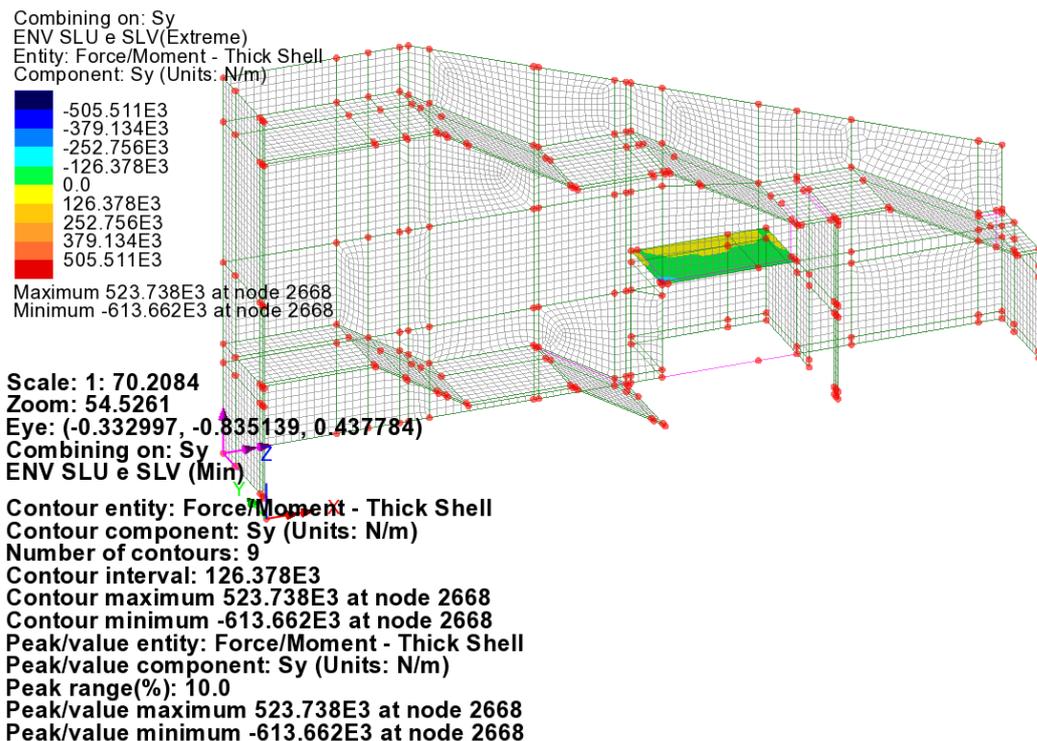


Figura 3-48 Sy in combinazione SLU/SLV

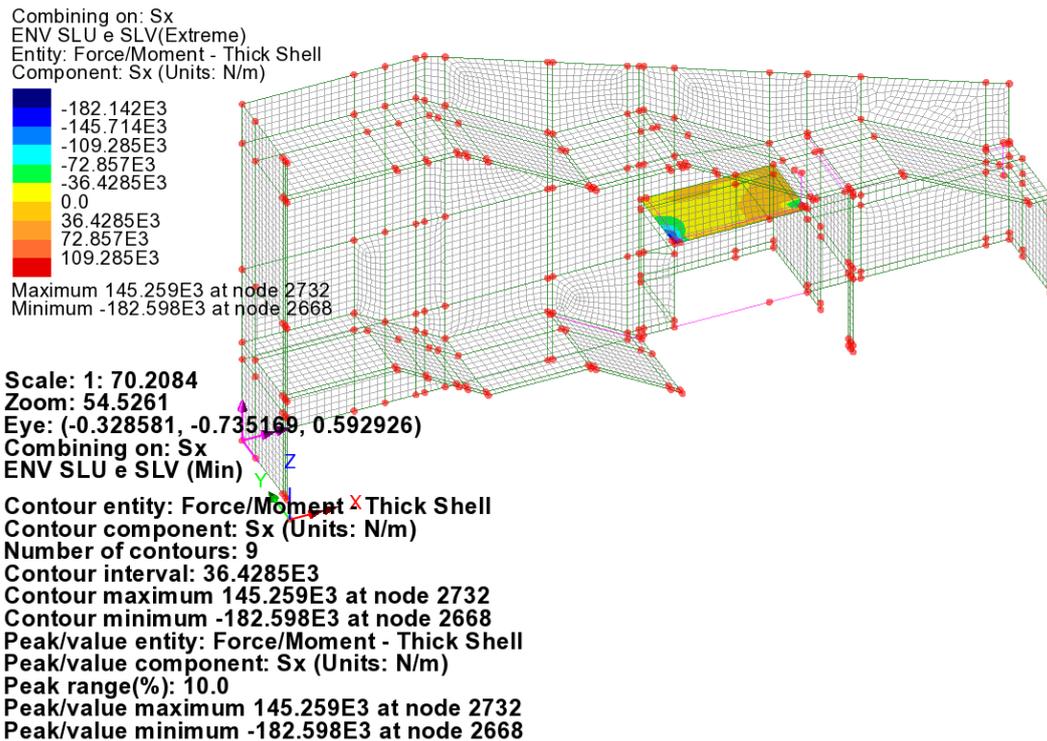


Figura 3-49 Sx in combinazione SLU/SLV

3.5.5.2 Azioni interne per la combinazione SLE Rara

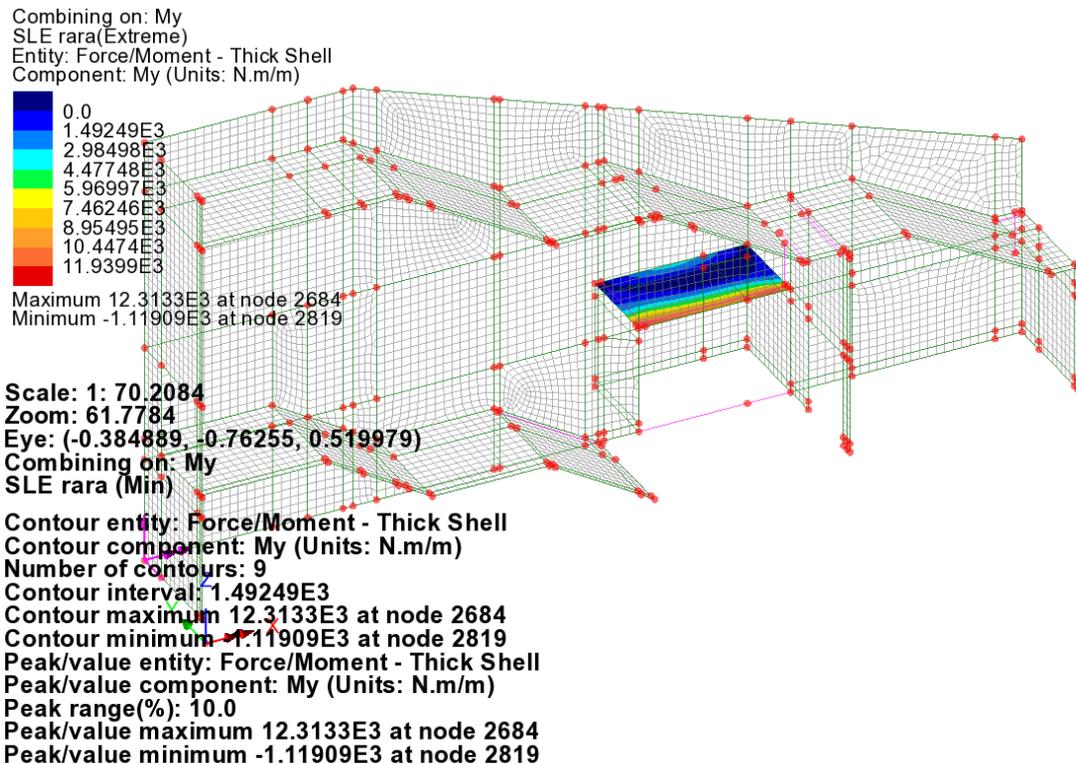


Figura 3-50 My in combinazione SLE Rara

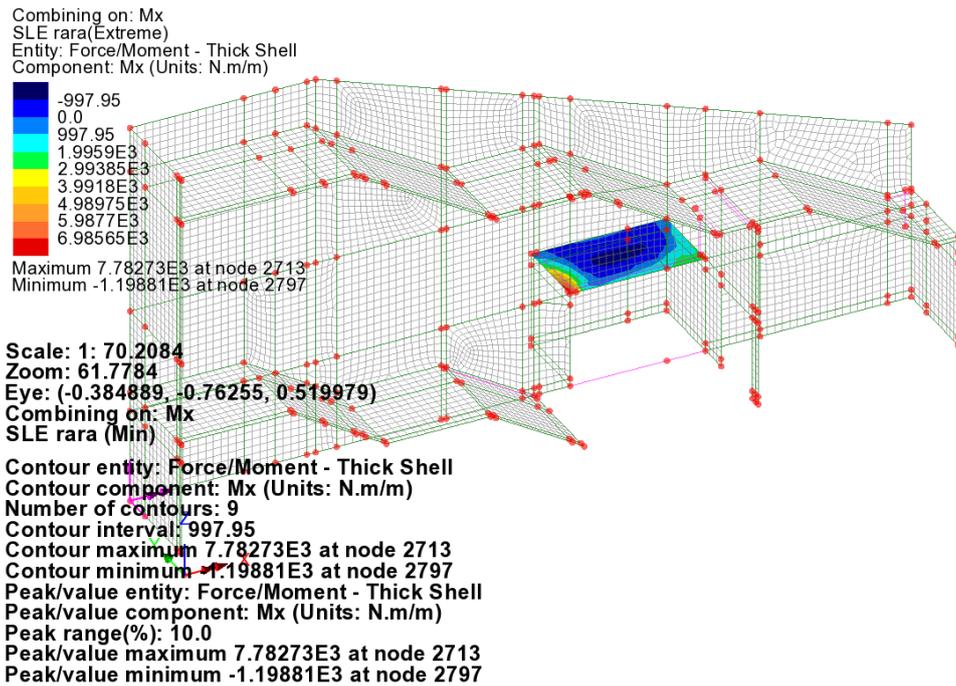


Figura 3-51 Mx in combinazione SLE Rara

3.5.5.3 Azioni interne per la combinazione SLE frequente

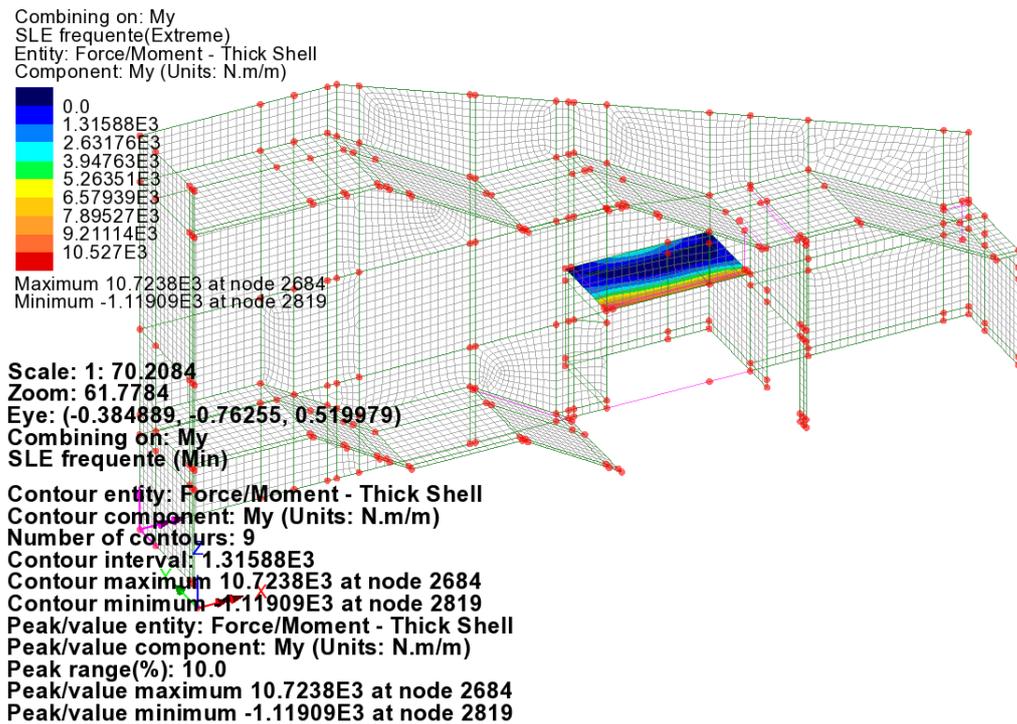


Figura 3-52 My in combinazione SLE frequente

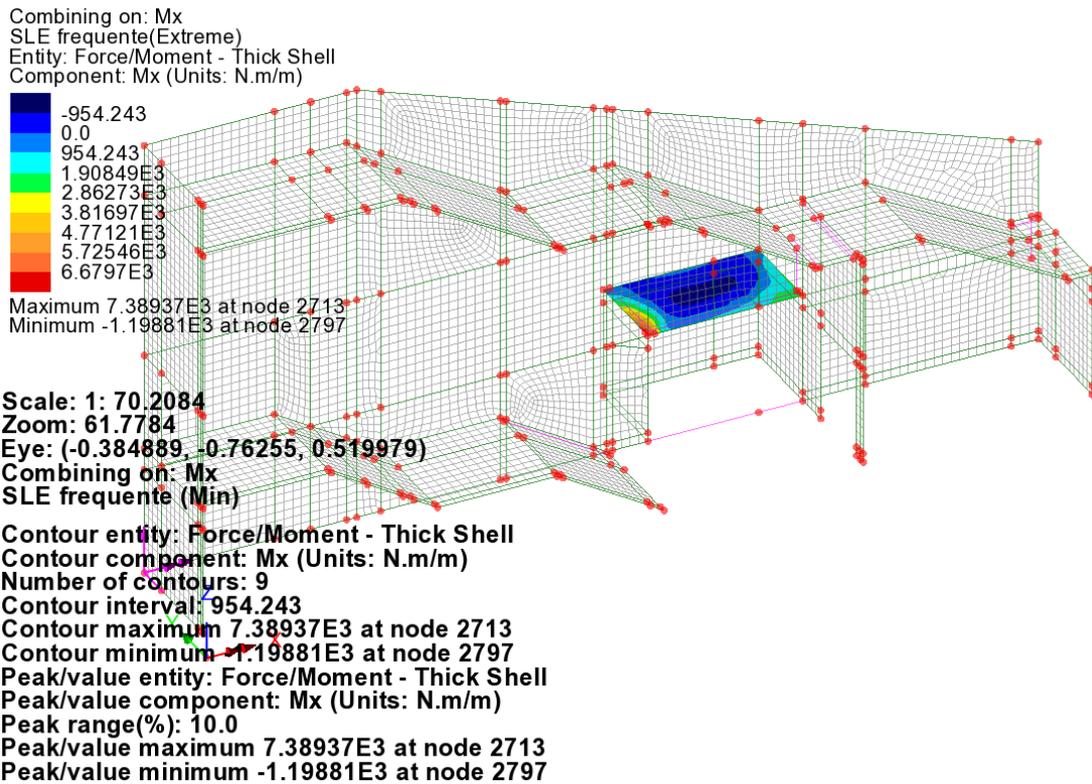


Figura 3-53 Mx in combinazione SLE frequente

3.5.5.4 Azioni interne per la combinazione SLE Quasi Permanente

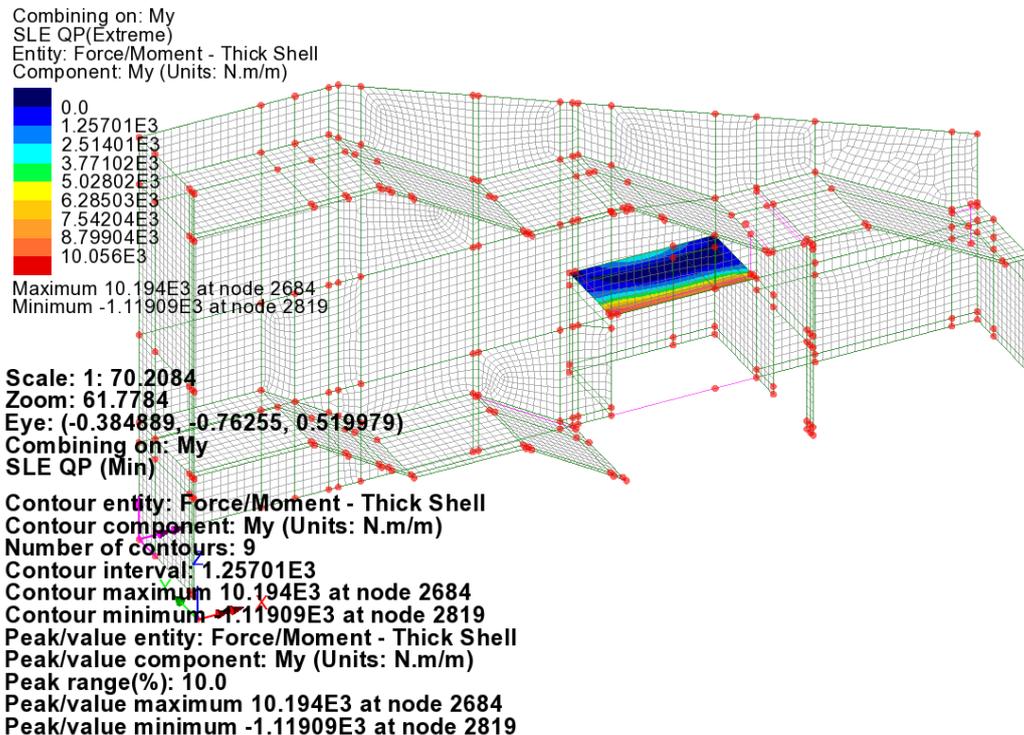


Figura 3-54 My in combinazione SLE QP

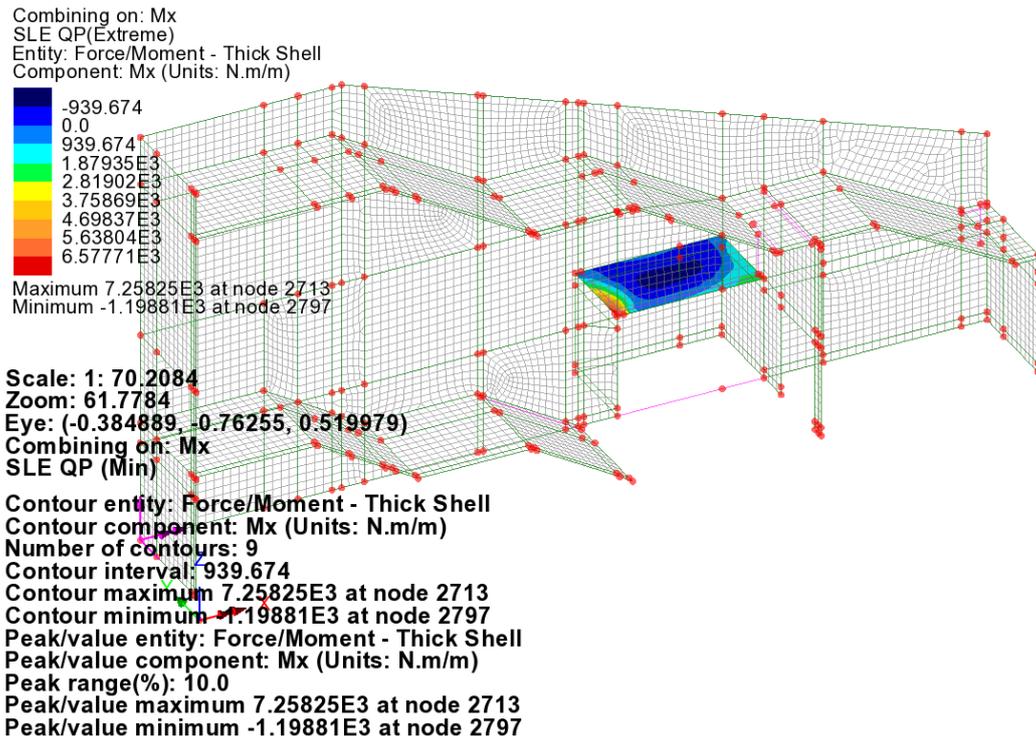


Figura 3-55 Mx in combinazione SLE QP

3.5.5.5 Riepilogo azioni interne

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)
<u>Soletta sup luogo sicuro</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	23.66kNm	
			Min	-14.04kNm	
		My [kNm/m]	Max	111.19kNm	61.57kNm
			Min	-89.10kNm	-43.64kNm
	Sx [kNm/m]	Max	182.60kNm	101.88kNm	
	Sy [kNm/m]	Max	613.66kN	-108.32kN	
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	7.78kNm	
			Min	-1.20kNm	
		My [kNm/m]	Max	12.31kNm	
			Min	-1.12kNm	
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	7.40kNm	
			Min	-1.20kNm	
		My [kNm/m]	Max	10.72kNm	
			Min	-1.12kNm	
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	7.26kNm	
			Min	-1.20kNm	
My [kNm/m]		Max	10.19kNm		
		Min	-1.12kNm		

4 VERIFICHE STRUTTURALI

4.1 VERIFICHE FLESSIONALI E TAGLIANTI

4.1.1 PARETE LONGITUDINALE ARMATURE DISPOSTE:

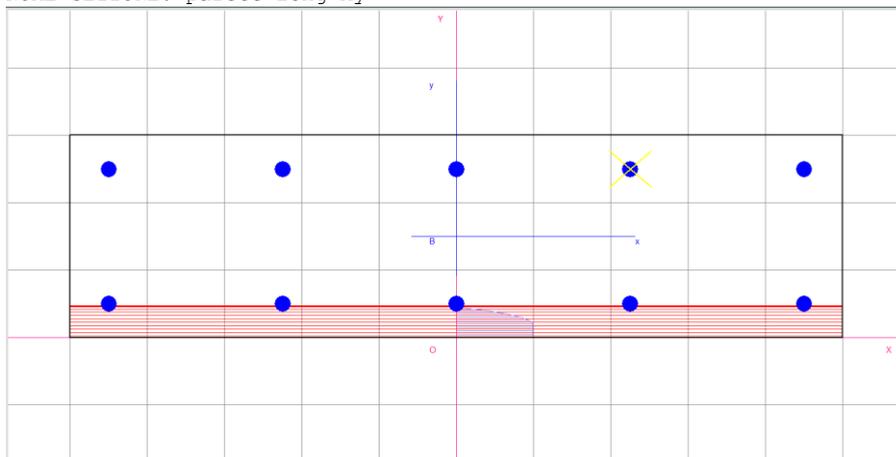
- $\phi 20/20$ disposte verticalmente ad entrambi i lati;
- $\phi 16/20$ disposte orizzontalmente su entrambi i lati;

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	Armature	Mrd/Srd	c.s.
Muro longitudinale	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	62.14kNm		$\phi 16/20$	100.50kNm	1.617
			Min	-65.69kNm		$\phi 16/20$	-100.50kNm	1.530
		My [kNm/m]	Max	81.05kNm		$\phi 20/20$	145.58kNm	1.796
			Min	-103.87Nm	85.67kNm	$\phi 20/20$	-145.58kNm	1.699
		Sx [kNm/m]	Max	402.3kNm	119.72kN		132.9kN	1.11
		Sy [kNm/m]	Max	384.94kNm	139.73kN		159.23kN	1.14
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	20.99kNm				
			Min	-27.47kNm				
		My [kNm/m]	Max	25.11kNm				
			Min	-51.10kNm				
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	19.10kNm				
			Min	-24.99kNm				
		My [kNm/m]	Max	22.94kNm				
			Min	-46.52kNm				
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	18.47kNm				
			Min	-24.16kNm				
		My [kNm/m]	Max	22.22kNm				
			Min	-44.99kNm				

4.1.1.1 Momento flettente My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: parete long My



Descrizione Sezione:

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45

Resis. compr. di calcolo f_{cd} :	198,30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	99,15 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza $ec2$:	0,0020
Def.unit. ultima ecu :	0,0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale E_c :	340771 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0,20
Resis. media a trazione f_{ctm} :	32,10 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15,0

Combinazioni Rare in Esercizio

Sc Limite :	210,00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio

Sc Limite :	210,00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0,400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio

Sc Limite :	157,50 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0,300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	4500,0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura f_{tk} :	4500,0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo f_{yd} :	3913,0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo f_{td} :	3913,0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo E_{pu} :	0,068
Modulo Elastico E_f :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1,00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0,50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	3600,0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100,0 cm	
Altezza:	30,0 cm	
Barre inferiori :		5Ø20 (15,7 cm ²)
Barre superiori :		5Ø20 (15,7 cm ²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) :	5,0 cm	
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) :	5,0 cm	

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-8567	10	0
2	0	8105	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	-5110
2	0	2511

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	-4652
2	0	2294

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	-4499
2	0	2222

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4,0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18,0 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 baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15,7 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15,7 cm ²								
N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.

1	S	0	-8567	8	-14558	1,699	4,5	0,18	0,70
2	S	0	8105	8	14558	1,796	25,5	0,18	0,70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,00643	0,0	-0,00036	5,0	-0,01581	25,0
2	0,00350	-0,00643	30,0	-0,00036	25,0	-0,01581	5,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	28,2	0,0	-28,2	0,0	-282	5,0	0,0	0	0,0	0,0
2	S	13,8	30,0	-13,8	30,0	-138	25,0	0,0	0	0,0	0,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	25,6	0,0	-25,6	0,0	-256	5,0	0,0	0	0,0	0,0
2	S	12,6	30,0	-12,6	30,0	-126	25,0	0,0	0	0,0	0,0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	24,8	0,0	-24,8	0,0	-248	5,0	0,0	0	0,0	0,0

2 S 12,2 30,0 -12,2 30,0 -122 25,0 0,0 0 0,0 0,0

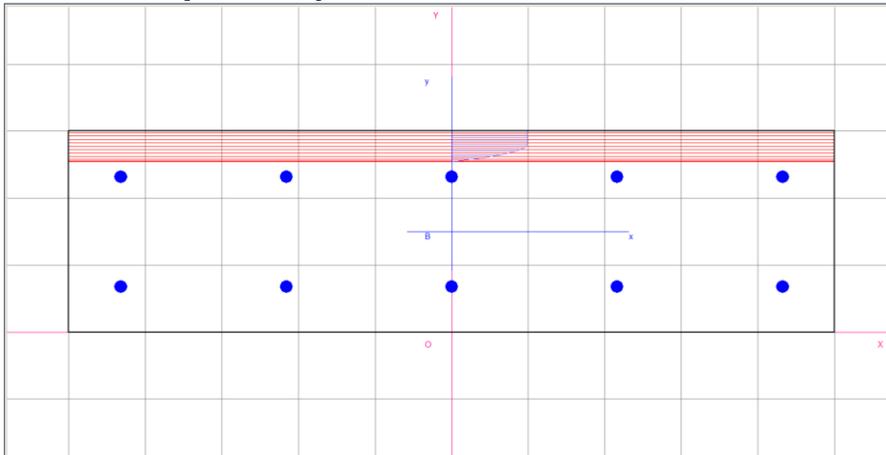
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

4.1.1.2 Momento flettente Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: parete long Mx



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45	
Resis. compr. di calcolo fcd :	198,30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd' :	99,15 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 :	340771 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0,20
Resis. media a trazione fctm:	32,10 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15,0
Combinazioni Rare in Esercizio	
Sc Limite :	210,00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio	
Sc Limite :	210,00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0,400 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio	
Sc Limite :	157,50 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0,300 mm
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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100,0 cm		
Altezza:	30,0 cm		
Barre inferiori	:	5Ø16	(10,1 cm ²)
Barre superiori	:	5Ø16	(10,1 cm ²)
Copriferro barre inf. (dal baric. barre)	:	6,8 cm	
Copriferro barre sup. (dal baric. barre)	:	6,8 cm	

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>Vy</u>	<u>MT</u>
1	0	6214	10	0
2	0	-6569	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	2099
2	0	-2747

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	1910
2	0	-2499

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	1847
2	0	-2416

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6,0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14,8 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 baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10,1 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10,1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	6214	15	10050	1,617	25,4	0,20	0,70
2	S	0	-6569	15	-10050	1,530	4,6	0,20	0,70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,00633	30,0	-0,00170	23,2	-0,01425	6,8
2	0,00350	-0,00633	0,0	-0,00170	6,8	-0,01425	23,2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	12,8	30,0	-12,8	30,0	-105	23,2	0,0	0	0,0	0,0
2	S	16,8	0,0	-16,8	0,0	-138	6,8	0,0	0	0,0	0,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [(daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [(daN/cm²)
 Sc_Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [(daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	11,7	30,0	-11,7	30,0	-96	23,2	0,0	0	0,0	0,0
2	S	15,3	0,0	-15,3	0,0	-125	6,8	0,0	0	0,0	0,0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000000	0	0,000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	11,3	30,0	-11,3	30,0	-93	23,2	0,0	0	0,0	0,0
2	S	14,8	0,0	-14,8	0,0	-121	6,8	0,0	0	0,0	0,0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000000	0	0,000
2	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000000	0	0,000

4.1.1.3 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 250 [mm]
 Braccio della coppia interna z 225 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 1570.8 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00628 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.89 [-]
 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} 139.73 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 139.73 [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

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

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

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]
0.54	139.73	159.23

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.1.4 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 232 [mm]
 Braccio della coppia interna z 208.8 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 1005.31 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00433 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.93 [-]
 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} 119.72 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 119.72 [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

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

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

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]
0.55	119.72	132.9

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.2 PARETI TRASVERSALI

Armature disposte:

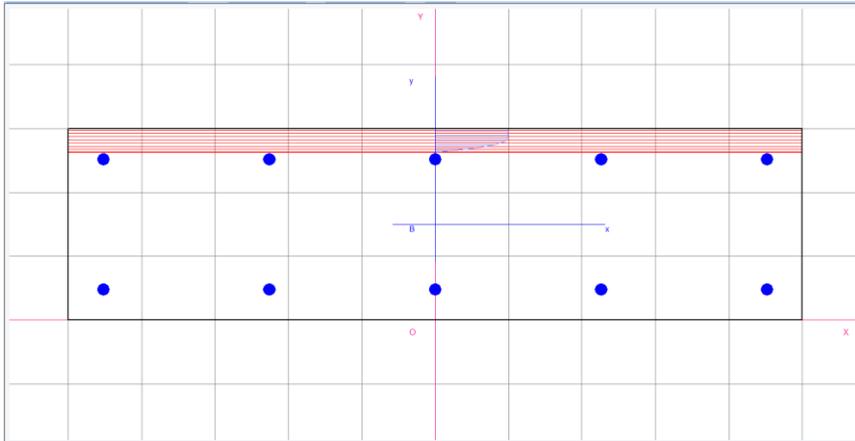
- $\phi 16/20$ disposte verticalmente e orizzontalmente su entrambi i lati;

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	Armature	Mrd/Srd	c.s.
<u>Muri trasversali</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	72.42kNm		$\emptyset 16/20$	100.02kNm	1.381
			Min	-68.52kNm		$\emptyset 16/20$	- 100.02kNm	1.460
		My [kNm/m]	Max	52.99kNm		$\phi 16/20$	99.62kNm	1.880
			Min	-95.99kNm	- 71.35kNm	$\phi 16/20$	-99.62kNm	1.296
		Sx [kNm/m]	Max	357.35kN	63.21kNm	-	155.34kN	2.46
		Sy [kNm/m]	Max	381.17kN	75.20kN	-	137.69kN	1.83
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	19.57kNm				
			Min	- 11.087kNm				
		My [kNm/m]	Max	24.60kNm				
			Min	-40.04kNm				
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	17.71kNm				
			Min	-9.91kNm				
		My [kNm/m]	Max	22.12kNm				
			Min	-36.88kNm				
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	17.09kNm				
			Min	-9.52kNm				
		My [kNm/m]	Max	21.29kNm				
			Min	-35.83kNm				

4.1.2.1 Momento flettente My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: pareti trasversali My



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf. (dal baric. barre) : 4.8 cm
 Copriferro barre sup. (dal baric. barre) : 4.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	5299	10	0
2	0	-7135	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	2460
2	0	-4004

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	2212
2	0	-3688

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	2129
2	0	-3583

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.8 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 baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ²								
N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.

1	S	0	5299	-24	9962	1.880	26.3	0.15	0.70
2	S	0	-7135	-24	-9962	1.396	3.7	0.15	0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00857	30.0	-0.00101	25.2	-0.02016	4.8
2	0.00350	-0.00857	0.0	-0.00101	4.8	-0.02016	25.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	14.4	30.0	-14.4	30.0	-147	25.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	23.4	0.0	-23.4	0.0	-239	4.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc_Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	12.9	30.0	-12.9	30.0	-132	25.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	21.6	0.0	-21.6	0.0	-220	4.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

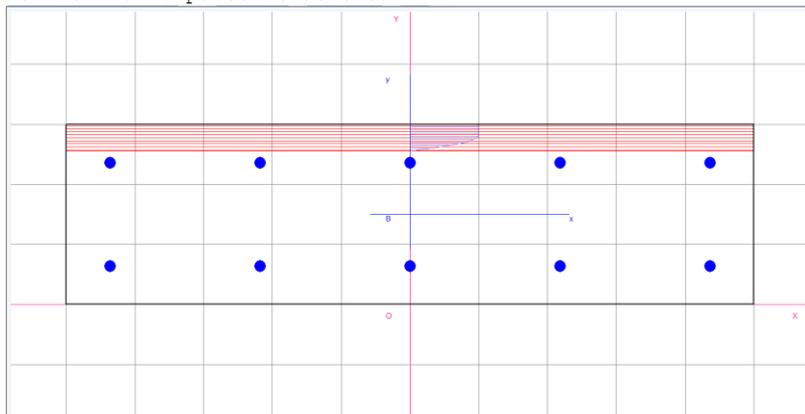
1	S	12.5	30.0	-12.5	30.0	-127	25.2	0.0	0	0.0	0.0
2	S	21.0	0.0	-21.0	0.0	-214	4.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.2.2 Momento flettente Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: pareti trasversali Mx



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.4 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.4 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	7242	10	0
2	0	-6852	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	1957
2	0	-1108

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	1771
2	0	-991

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	1709
2	0	-952

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.6 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.8 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 baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)

Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	7242	21	10002	1.381	25.6	0.19	0.70
2	S	0	-6852	21	-10002	1.460	4.4	0.19	0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00669	30.0	-0.00157	23.6	-0.01521	6.4
2	0.00350	-0.00669	0.0	-0.00157	6.4	-0.01521	23.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	11.9	30.0	-11.9	30.0	-102	23.6	0.0	0	0.0	0.0
2	S	6.7	0.0	-6.7	0.0	-58	6.4	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc_Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	10.7	30.0	-10.7	30.0	-92	23.6	0.0	0	0.0	0.0
2	S	6.0	0.0	-6.0	0.0	-52	6.4	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	10.4	30.0	-10.4	30.0	-89	23.6	0.0	0	0.0	0.0
2	S	5.8	0.0	-5.8	0.0	-50	6.4	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.2.3 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 252 [mm]
 Braccio della coppia interna z 226.8 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{st} 1005.31 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ 0.00399 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.89 [-]
 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} 75.2 [kN]
 Controttaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 75.2 [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:

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

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);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ 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]
0.54	75.2	137.69

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.2.4 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 236 [mm]
 Braccio della coppia interna z 212.4 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 1570.8 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00666 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.92 [-]
 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} 63.21 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 63.21 [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

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

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

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]
0.55	63.21	155.34

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.3 RAMPE

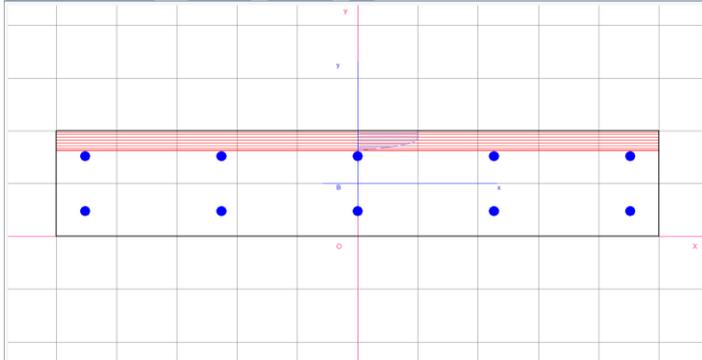
Armature disposte:

- $\phi 16/20$ disposte nella direzione dello sbalzo ad intradosso ed estradosso;
- $\phi 20/20$ disposte nella direzione perpendicolare allo sbalzo ad intradosso ed estradosso;

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	Armature	Mrd/Srd	c.s.
Rampe	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	91.85kNm	58.86kNm	$\emptyset 20/20$	79.44kNm	1.350
			Min	-33.63kNm		$\emptyset 20/20$	- 79.44kNm	2.362
		My [kNm/m]	Max	39.86kNm		$\phi 16/20$	60.31kNm	1.513
			Min	-54.60kNm		$\phi 16/20$	- 60.31kNm	1.105
		Sx [kNm/m]	Max	343.22kN	97.45kN	-	110.92kN	1.14
		Sy [kNm/m]	Max	295.28kN	59.32kN	-	103.97kN	1.75
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	43.10kNm				
			Min	-9.11kNm				
		My [kNm/m]	Max	28.06kNm				
			Min	-18.00kNm				
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	39.23kNm	29.01kNm			
			Min	-8.39kNm				
		My [kNm/m]	Max	25.54kNm				
			Min	-17.05kNm				
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	37.95kNm	28.07kNm			
			Min	-8.15kNm				
		My [kNm/m]	Max	24.70kNm				
			Min	-16.74kNm				

4.1.3.1 Momento flettente My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: rampa My



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 20.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>Vy</u>	<u>MT</u>
1	0	3986	10	0
2	0	-5460	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	2806
2	0	-1800

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	2554
2	0	-1705

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	2470
2	0	-1674

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.8 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 baricentrico									
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ²									
<u>N.Comb.</u>	<u>Ver</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>N ult</u>	<u>Mx ult</u>	<u>Mis.Sic.</u>	<u>Yneutro</u>	<u>x/d</u>	<u>C.Rid.</u>	
1	S	0	3986	6	6031	1.513	16.3	0.25	0.75	

2 S 0 -5460 6 -6031 1.105 3.7 0.25 0.75

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00455	20.0	-0.00101	15.2	-0.01077	4.8
2	0.00350	-0.00455	0.0	-0.00101	4.8	-0.01077	15.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	75.4	20.0	0.0	20.0	-2103	15.2	16.0	1600	10.1	22.4
2	S	48.4	0.0	0.0	0.0	-1349	4.8	16.0	1600	10.1	22.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	37.5	-37.5	0.0	0.125	1.0	0.000421	252	0.180
2	S	24.1	-24.1	0.0	0.125	1.0	0.000270	252	0.116

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	68.6	20.0	0.0	20.0	-1914	15.2	16.0	1600	10.1	22.4
2	S	45.8	0.0	0.0	0.0	-1278	4.8	16.0	1600	10.1	22.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	34.1	-34.1	0.0	0.125	0.5	0.000534	252	0.229
2	S	22.8	-22.8	0.0	0.125	0.5	0.000256	252	0.110

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	66.4	20.0	0.0	20.0	-1851	15.2	16.0	1600	10.1	22.4
2	S	45.0	0.0	0.0	0.0	-1255	4.8	16.0	1600	10.1	22.4

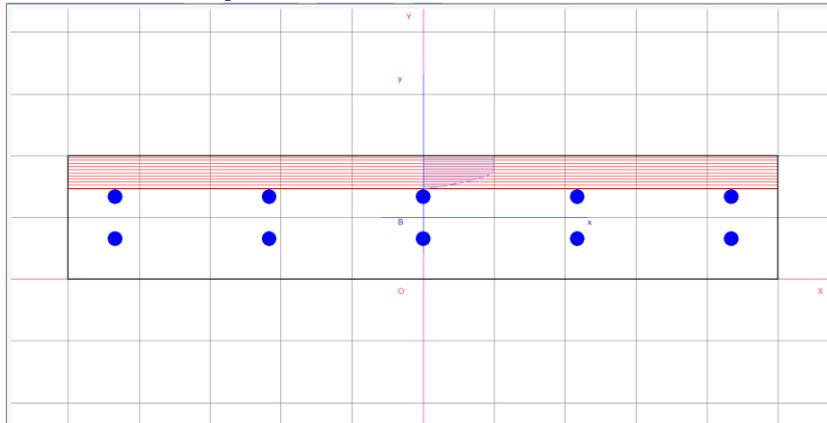
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	33.0	-33.0	0.0	0.125	0.5	0.000488	252	0.209
2	S	22.4	-22.4	0.0	0.125	0.5	0.000251	252	0.108

4.1.3.2 Momento flettente Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: rampa Mx



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

111465-LL00-PD-AU-CF1-SI000-00000-R-STR-0142-0

RELAZIONE DI CALCOLO

Base: 100.0 cm
 Altezza: 20.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.6 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.6 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	5886	10	0
2	0	-3363	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	4310
2	0	-911

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	2901
2	0	-839

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N.Comb.	N	Mx
1	0	2807
2	0	-815

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.8 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 baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	5886	-21	7944	1.350	14.6	0.40	0.94
2	S	0	-3363	-21	-7944	2.362	5.4	0.40	0.94

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00208	20.0	-0.00079	13.4	-0.00522	6.6
2	0.00350	-0.00208	0.0	-0.00079	6.6	-0.00522	13.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [[daN/cm²]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [[daN/cm²]
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	129.8	20.0	0.0	20.0	-2345	13.4	20.6	2060	15.7	21.7
2	S	27.5	0.0	0.0	0.0	-496	6.6	20.6	2060	15.7	21.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
Sc_Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	59.8	-59.8	0.0	0.125	1.0	0.000834	287	0.406
2	S	12.6	-12.6	0.0	0.125	1.0	0.000099	287	0.048

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	87.4	20.0	0.0	20.0	-1579	13.4	20.6	2060	15.7	21.7
2	S	25.3	0.0	0.0	0.0	-457	6.6	20.6	2060	15.7	21.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	40.2	-40.2	0.0	0.125	0.5	0.000538	287	0.262
---	---	------	-------	-----	-------	-----	----------	-----	-------

2 S 11.6 -11.6 0.0 0.125 0.5 0.000091 287 0.044

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff. Ac	eff. Af	eff. Dbarre
1	S	84.6	20.0	0.0	20.0	-1527	13.4	20.6	2060	15.7	21.7
2	S	24.6	0.0	0.0	0.0	-443	6.6	20.6	2060	15.7	21.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	38.9	-38.9	0.0	0.125	0.5	0.000504	287	0.246
2	S	11.3	-11.3	0.0	0.125	0.5	0.000089	287	0.043

4.1.3.3 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 200 [mm]
 Altezza utile d 152 [mm]
 Braccio della coppia interna z 136.8 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 200000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{st} 1005.31 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00661 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 2 [-]
 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} 59.32 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 59.32 [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

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

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

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]
0.59	59.32	103.97

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.3.4 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 200 [mm]
 Altezza utile d 134 [mm]
 Braccio della coppia interna z 120.6 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 200000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 1570.8 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.01172 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 2 [-]
 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} 97.45 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 97.45 [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

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

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

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).

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]
0.59	97.45	110.92

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.4 PARETE LONGITUDINALE LUOGO SICURO

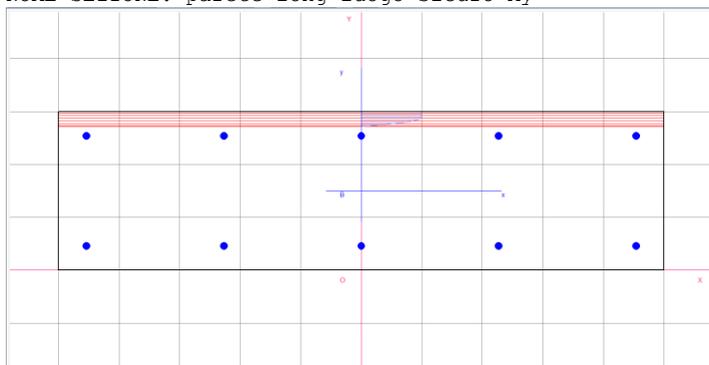
Armature disposte:

- $\phi 12/20$ in entrambe le direzioni per entrambi i lati;

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	Armature	Mrd/Srd	c.s.
Parete luogo sicuro	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	10.48kNm		$\emptyset 12/20$	61.32kNm	5.851
			Min	-7.39kNm		$\emptyset 12/20$	- 61.32kNm	8.297
		My [kNm/m]	Max	12.80kNm		$\phi 12/20$	61.32kNm	4.790
			Min	-9.01kNm		$\phi 12/20$	- 61.32kNm	6.805
		Sx [kNm/m]	Max	48.28kN			132.18kN	2.74
		Sy [kNm/m]	Max	35.84kN			136.37kN	3.80
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	6.17kNm				
			Min	-3.50kNm				
		My [kNm/m]	Max	3.33kNm				
			Min	-5.09kNm				
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	5.99kNm				
			Min	-3.44kNm				
		My [kNm/m]	Max	3.33kNm				
			Min	-5.07kNm				
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	5.94kNm				
			Min	-3.42kNm				
		My [kNm/m]	Max	3.33kNm				
			Min	-5.07kNm				

4.1.4.1 Momento flettente My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: parete long luogo sicuro My



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.6 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.6 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	1280	10	0
2	0	-901	10	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	333
2	0	-509

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	333
2	0	-507

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	333
2	0	-507

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.6 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 baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	1280	11	6132	4.790	27.2	0.11	0.70

2 S 0 -901 11 -6132 6.805 2.8 0.11 0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01270	30.0	-0.00230	25.4	-0.02850	4.6
2	0.00350	-0.01270	0.0	-0.00230	4.6	-0.02850	25.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.1	30.0	-2.1	30.0	-21	25.4	0.0	0	15.7	0.0
2	S	3.1	0.0	-3.1	0.0	-33	4.6	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.1	30.0	-2.1	30.0	-21	25.4	0.0	0	15.7	0.0
2	S	3.1	0.0	-3.1	0.0	-33	4.6	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.1	30.0	-2.1	30.0	-21	25.4	0.0	0	15.7	0.0
2	S	3.1	0.0	-3.1	0.0	-33	4.6	0.0	0	15.7	0.0

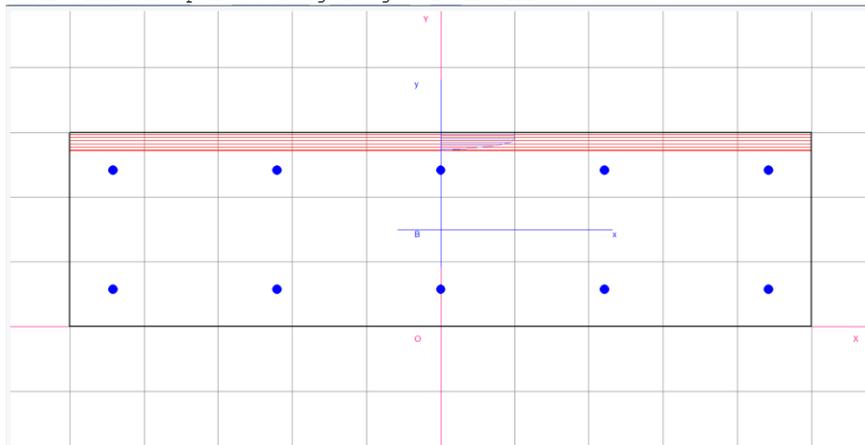
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.4.2 Momento flettente Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: parete long luogo sicuro Mx



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	1048	10	0
2	0	-739	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	

N.Comb.	N	Mx
1	0	617
2	0	-350

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	

N.Comb.	N	Mx
1	0	599
2	0	-344

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	

N.Comb.	N	Mx
1	0	594
2	0	-342

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.4 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 baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)

Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	1048	11	6132	5.851	27.2	0.11	0.70
2	S	0	-739	11	-6132	8.297	2.8	0.11	0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01270	30.0	-0.00381	24.2	-0.02699	5.8
2	0.00350	-0.01270	0.0	-0.00381	5.8	-0.02699	24.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.9	30.0	-3.9	30.0	-36	24.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	2.2	0.0	-2.2	0.0	-20	5.8	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.8	30.0	-3.8	30.0	-35	24.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	2.2	0.0	-2.2	0.0	-20	5.8	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.7	30.0	-3.7	30.0	-34	24.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	2.1	0.0	-2.1	0.0	-20	5.8	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.4.3 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 254 [mm]
 Braccio della coppia interna z 228.6 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{st} 565.49 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00223 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.89 [-]
 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} 35.84 [kN]
 Controttaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 35.84 [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:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (\nu_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

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]
0.54	35.84	136.37

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.4.4 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 242 [mm]
 Braccio della coppia interna z 217.8 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 565.49 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00234 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.91 [-]
 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} 48.28 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 48.28 [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:

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

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).

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]
0.55	48.28	132.18

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.5 SOLETTA SUPERIORE LUOGO SICURO

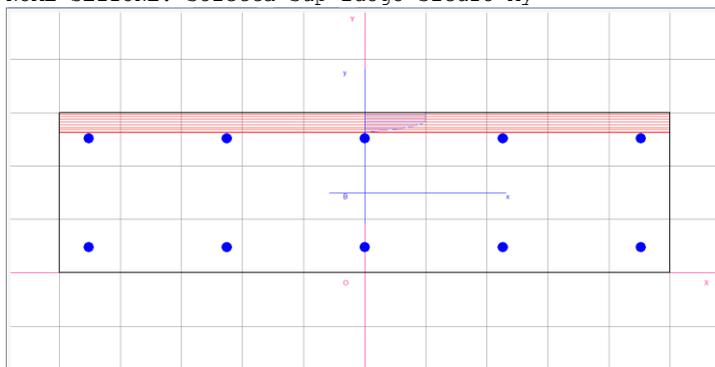
Armature disposte:

- $\phi 16/20$ in direzione parallela alla parete longitudinale sia ad intradosso che estradosso;
- $\phi 12/20$ in direzione perpendicolare alla parete longitudinale sia ad intradosso che estradosso;

	Combinazione di progetto			Soll. di progetto (Valori di picco)	Soll. di progetto (Valori mediati)	Armature	Mrd/Srd	c.s.
<u>Soletta sup luogo sicuro</u>	S.L.U./S.L.V.	Mx [kNm/m]	Max	23.66kNm		$\emptyset 12/20$	61.29kNm	2.590
			Min	-14.04kNm		$\emptyset 12/20$	- 61.29kNm	4.365
		My [kNm/m]	Max	111.19kNm	61.57kNm	$\phi 16/20$	99.62kNm	1.618
			Min	-89.10kNm	-43.64kNm	$\phi 16/20$	- 99.62kNm	2.283
		Sx [kNm/m]	Max	182.60kNm	101.88kNm		130.77kN	1.28
		Sy [kNm/m]	Max	613.66kN	-108.32kN		137.69kN	1.27
	S.L.E. rara	Mx [kNm/m]	Max	7.78kNm				
			Min	-1.20kNm				
		My [kNm/m]	Max	12.31kNm				
			Min	-1.12kNm				
	S.L.E. freq.	Mx [kNm/m]	Max	7.40kNm				
			Min	-1.20kNm				
		My [kNm/m]	Max	10.72kNm				
			Min	-1.12kNm				
	S.L.E. Q.P.	Mx [kNm/m]	Max	7.26kNm				
			Min	-1.20kNm				
My [kNm/m]		Max	10.19kNm					
		Min	-1.12kNm					

4.1.5.1 Momento flettente My

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: soletta sup luogo sicuro My



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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resis. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 210.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 157.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori : 5Ø16 (10.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.8 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.8 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

111465-LL00-PD-AU-CF1-SI000-00000-R-STR-0142-0

RELAZIONE DI CALCOLO

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>Vy</u>	<u>MT</u>
1	0	6157	10	0
2	0	-4364	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	1231
2	0	-112

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	1072
2	0	-112

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	1019
2	0	-112

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.8 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 baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ²								
<u>N.Comb.</u>	<u>Ver</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>N ult</u>	<u>Mx ult</u>	<u>Mis.Sic.</u>	<u>Yneutro</u>	<u>x/d</u>	<u>C.Rid.</u>
1	S	0	6157	-24	9962	1.618	26.3	0.15	0.70

2 S 0 -4364 -24 -9962 2.283 3.7 0.15 0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00857	30.0	-0.00101	25.2	-0.02016	4.8
2	0.00350	-0.00857	0.0	-0.00101	4.8	-0.02016	25.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	7.2	30.0	-7.2	30.0	-73	25.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.7	0.0	-0.7	0.0	-7	4.8	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
Sc_Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.3	30.0	-6.3	30.0	-64	25.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.7	0.0	-0.7	0.0	-7	4.8	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.0	30.0	-6.0	30.0	-61	25.2	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.7	0.0	-0.7	0.0	-7	4.8	0.0	0	15.7	0.0

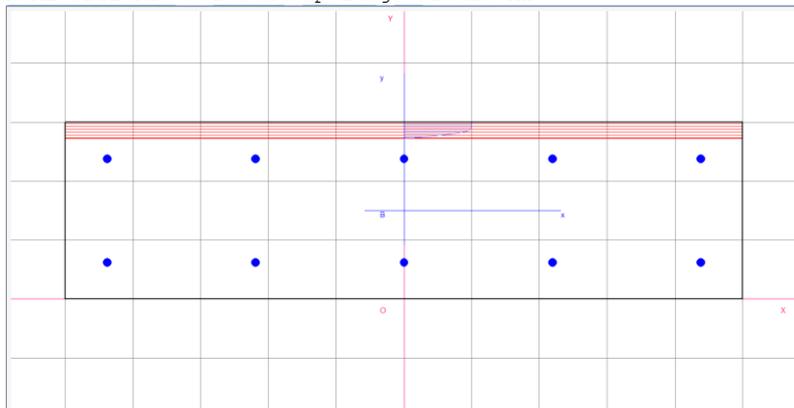
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.5.2 Momento flettente Mx

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta sup luogo sicuro Mx



Descrizione Sezione:

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C35/45
 Resist. compr. di calcolo fcd : 198.30 daN/cm²
 Resist. compr. ridotta fcd' : 99.15 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 340771 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resist. media a trazione fctm : 32.10 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio

Sc Limite : 210.00 daN/cm²

Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio

Sc Limite : 210.00 daN/cm²

Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio

Sc Limite : 157.50 daN/cm²

Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 30.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø12 (5.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.2 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.2 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>	<u>Vy</u>	<u>MT</u>
1	0	2366	10	0
2	0	-1404	10	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	778
2	0	-120

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	740
2	0	-120

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
<u>N.Comb.</u>	<u>N</u>	<u>Mx</u>
1	0	726
2	0	-120

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.8 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 baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.

x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 5.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	2366	-9	6129	2.590	27.2	0.12	0.70
2	S	0	-1404	-9	-6129	4.365	2.8	0.12	0.70

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01270	30.0	-0.00431	23.8	-0.02649	6.2
2	0.00350	-0.01270	0.0	-0.00431	6.2	-0.02649	23.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	4.9	30.0	-4.9	30.0	-43	23.8	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.8	0.0	-0.8	0.0	-7	6.2	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	4.7	30.0	-4.7	30.0	-41	23.8	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.8	0.0	-0.8	0.0	-7	6.2	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	4.6	30.0	-4.6	30.0	-40	23.8	0.0	0	15.7	0.0
2	S	0.8	0.0	-0.8	0.0	-7	6.2	0.0	0	15.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000

4.1.5.3 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 252 [mm]
 Braccio della coppia interna z 226.8 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{sl} 1005.31 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00399 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.89 [-]
 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} 108.32 [kN]
 Controttaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 108.32 [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

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

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

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]
0.54	108.32	137.69

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.1.5.4 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: C35/45
 Resistenza compress. caratteristica f_{ck} : 35 [MPa]
 Resistenza compress. di calcolo f_{cd} : 19.83 [MPa]
 α_{cc} : 0.85 [-]
 γ_c : 1.5 [-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base b_w 1000 [mm]
 Altezza H 300 [mm]
 Altezza utile d 238 [mm]
 Braccio della coppia interna z 214.2 [mm]
 Area di calcestruzzo A_c 300000 [mm²]
 Area tesa longitudinale A_{st} 565.49 [mm²]
 Rapporto geometrico ρ_l 0.00238 [-]
 $C_{Rd,c}$ 0.12 [-]
 k 1.92 [-]
 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} 101.88 [kN]
 Controtaglio di progetto V_{ctEd} 0 [kN]
 Taglio di verifica V_{Ed} 101.88 [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

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

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

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]
0.55	101.88	130.77

Verifica soddisfatta. Non è necessario armare a taglio.

4.2 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

4.2.1 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ DELLA MENSOLA A SBALZO

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

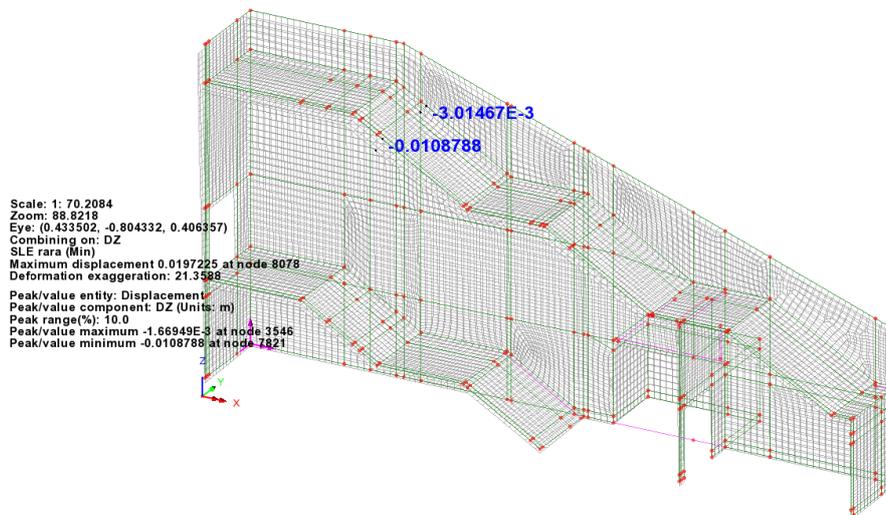
Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_z}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Secondo la normativa tecnica, per il caso di mensole, la luce da considerare è pari al doppio dello sbalzo. Nelle verifiche che seguono si considera la luce minima della rampa a sbalzo pari a 1.75m:

$$\delta_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{2 \cdot 2.40m}{250} = 1.92cm$$

In combinazione SLE rara, il massimo spostamento verticale subito dalla rampa a sbalzo rispetto all'incastro con la parete è pari a $\delta_{max} = (1.1 - 0.3)cm = 0.8cm$;



Essendo $\delta_{max,SLE Rara} = 0.8cm < \delta_{lim} = 1.92cm$, la verifica di deformabilità delle rampe a sbalzo risulta soddisfatta.

4.2.2 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ DEL GIUNTO

Poiché la struttura analizzata risulta fisicamente separata dalla spalla della galleria fonica del San Donnino per mezzo di un giunto di 10cm, si verifica di seguito che l'ampiezza del giunto sia conforme allo spostamento massimo subito dalla struttura nella combinazione sismica SLC:

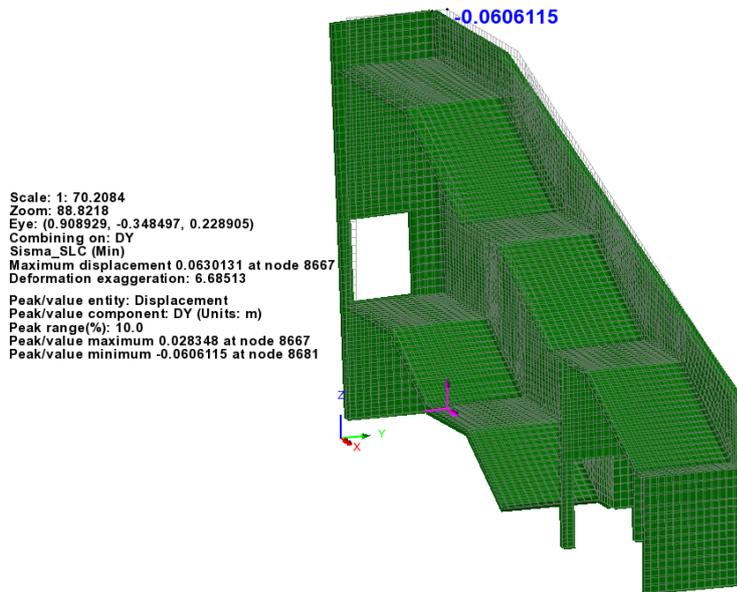


Figura 4-1 massimo spostamento DY all'SLC

$$\delta_{max,y} = 6cm \ll \delta_{lim} = 10cm$$

La verifica risulta quindi soddisfatta.

5 VALIDAZIONE DEI RISULTATI DI CALCOLO

Calcolo manuale delle sollecitazioni flessionali nella parete verticale del luogo sicuro soggetta alla sovraspinta sismica:

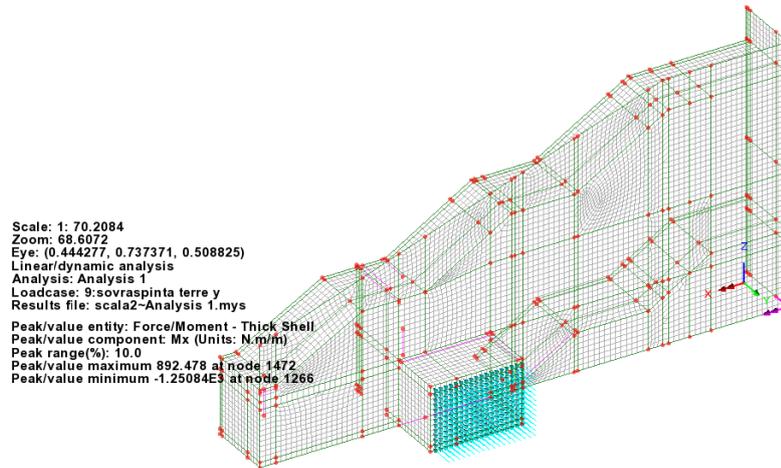


Figura 5-1 parete luogo sicuro soggetta alla sovraspinta sismica

- $q = 4.85 \text{ kN/m}^2$: sovraspinta sismica sulla parete;

- $a = 2.5 \text{ m}$ altezza della parete;

- $b = 3.5 \text{ m}$ larghezza della parete;

- $b/a = 1.4$

La parete è modellata come “incastata” sui quattro lati.

Una piastra incastrata in corrispondenza dei quattro lati, presenta le seguenti sollecitazioni flessionali nella mezzeria:

$$\begin{aligned} - m_{0x} &= \frac{qa^2}{\alpha_x}; \\ - m_{0y} &= \frac{qa^2}{\alpha_y}; \end{aligned}$$

con i seguenti coefficienti di Bares:

$$\alpha_x = 28.65 \text{ e } \alpha_y = 47.15.$$

Il valore delle sollecitazioni flessionali da calcolo manuale è uguale a:

- $m_{0x} = 1.06 \text{ kNm/m}$ contro il valore $m_{0y} = 1.96 \text{ kNm/m}$ ottenuto dall’analisi ad elementi finiti;
- $m_{0y} = 0.65 \text{ kNm/m}$ contro il valore $m_{0x} = 1.25 \text{ kNm/m}$ ottenuto dall’analisi ad elementi finiti;
-

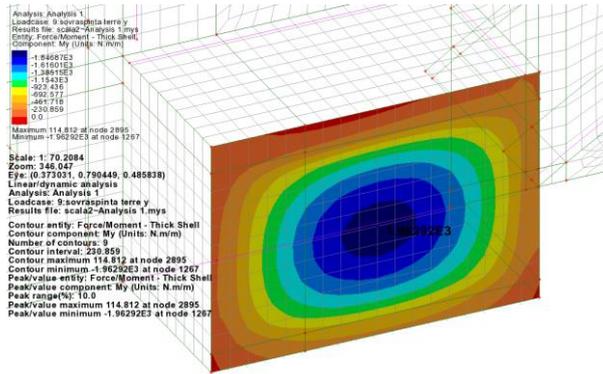


Figura 5-2 My da analisi ad elementi finiti

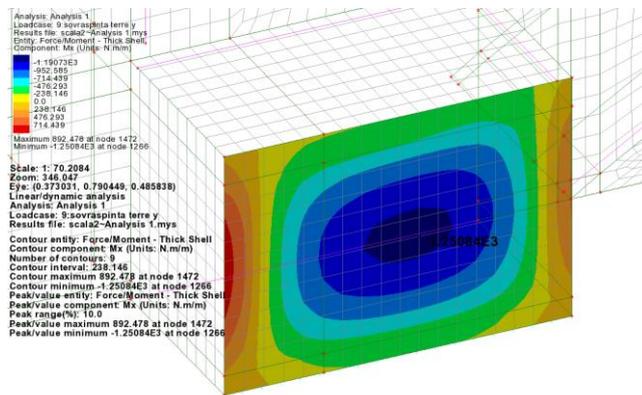


Figura 5-3 Mx da analisi ad elementi finiti