

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

PONTI E VIADOTTI

PARTE GENERALE

PILE

Studio degli effetti locali sulle pile

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data:			
Data:				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 0	E	I 2	CL	V I 0 0 0 4	0 0 1	A	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.2021	M. Proietti	Apr.2021	G. Grimaldi	Apr.2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710EI2CLVI0004001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1 Normative.....	4
3. MATERIALI	5
3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	5
3.2 Calcestruzzo per fondazione.....	5
4. PILE $H \leq 6.5M$	6
4.1 Geometria	6
4.2 Modello locale	8
4.3 Azioni di progetto	10
4.3.1 Ritiro differenziale.....	10
4.3.2 Variazione termica.....	11
4.4 Combinazioni	12
4.5 Sollecitazioni	14
4.5.1 Ritiro differenziale.....	15
4.5.2 Termica differenziale	18
4.5.3 Termica uniforme	21
4.6 Verifiche	23
4.6.1 Armatura verticale	23
4.6.2 Armatura orizzontale	28
4.7 Diametri equivalenti.....	36
5. PILE $6.5M < H \leq 9.5M$	37
5.1 Geometria	37
5.2 Modello locale	39
5.3 Azioni di progetto	41
5.3.1 Ritiro differenziale.....	41
5.3.2 Variazione termica.....	42
5.4 Combinazioni	44
5.5 Sollecitazioni	45
5.5.1 Ritiro differenziale.....	47
5.5.2 Termica differenziale	50
5.5.3 Termica uniforme	52
5.6 Verifiche	54
5.6.1 Armatura verticale	54
5.6.2 Armatura orizzontale	59

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

5.7	Diametri equivalenti.....	66
6.	PILE 9.5M < H <= 10.5M.....	68
6.1	Geometria	68
6.2	Modello locale	70
6.3	Azioni di progetto	72
6.3.1	<i>Ritiro differenziale</i>	72
6.3.2	<i>Variazione termica</i>	73
6.4	Combinazioni	75
6.5	Sollecitazioni	76
6.5.1	<i>Ritiro differenziale</i>	77
6.5.2	<i>Termica differenziale</i>	80
6.5.3	<i>Termica uniforme</i>	83
6.6	Verifiche	85
6.6.1	<i>Armatura verticale</i>	85
6.6.2	<i>Armatura orizzontale</i>	90
6.7	Diametri equivalenti.....	98

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il calcolo dello stato di sollecitazione indotto dai fenomeni di ritiro differenziale e dell'azione termica tra fusto pila e platea degli elementi in elevazione dei viadotti VI07 – VI21 – VI09 e VI10 della *Tratta Verona-Padova* nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Torino-Venezia.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni».*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck ^(2/3) =	3,03	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctm = 1,2 fctm =	3,68	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
fctk = 0,7 fctm =	2,12	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
σc = 0,55 fck =	17,60	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
σc = 0,40 fck =	12,80	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
Ecm = 22000 (fcm/10) ^(0,3) =	33643,00	MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20		Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	14018,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC4+XF1		
c =	5,00	cm	Copriferro minimo
w =	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

3.2 Calcestruzzo per fondazione

Classe C25/30

Rck =	30,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	25,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	33,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

$f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_M =$	14,17	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} =$	2,56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{cm} = 1,2 \cdot f_{ctm} =$	3,08	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$	1,80	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 \cdot f_{ck} =$	13,75	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 \cdot f_{ck} =$	10,00	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{(0,3)}$ =	31476,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13115,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	4,00	cm	Copri ferro minimo
$w =$	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

4. PILE $H \leq 6.5m$

Nel seguito si riportano le considerazioni e i calcoli relativi alle pile di altezza $h \leq 6.5m$.

4.1 Geometria

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava, costante su tutta l'altezza, di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m. Per le pile di altezza minore di 6.5m sono presenti diversi plinti di fondazione, le cui dimensioni però non influenzano in maniera significativa le analisi. Pertanto, nel seguito, in via cautelativa, sarà adottata la tipologia di plinto di dimensioni 12.0m x 8.0m x 2.0m, appartenente alle pile più basse, associata però alla pila di altezza maggiore, ovvero 6.5m.

	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A
--	------------------	-------------	----------------------------	---

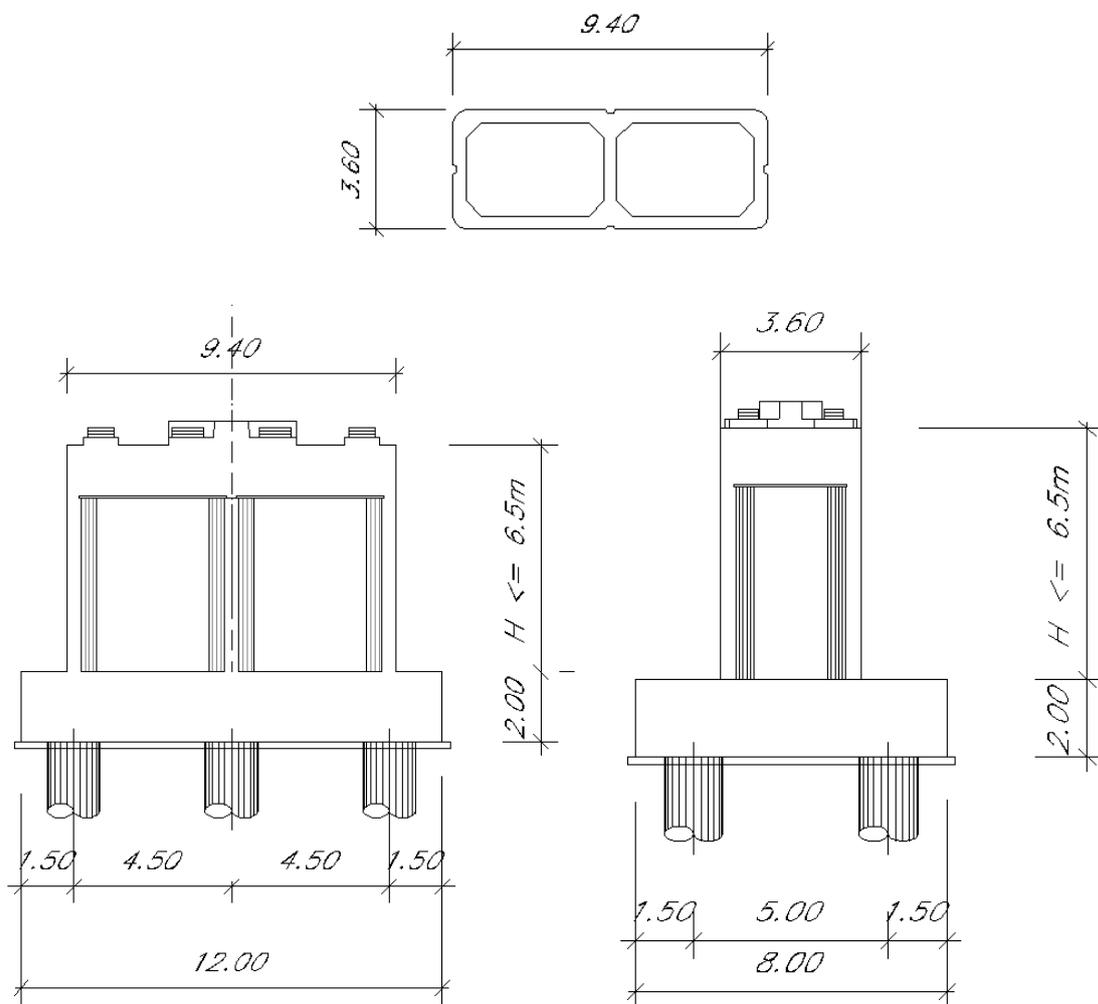


Figura 1 - Pianta e sezioni pila

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

4.2 Modello locale

Le sollecitazioni indotte dai fenomeni termici e di ritiro differenziale sono state individuate mediante un modello spaziale di pila, pulvino e fondazione, nel programma di calcolo Midas Civil.

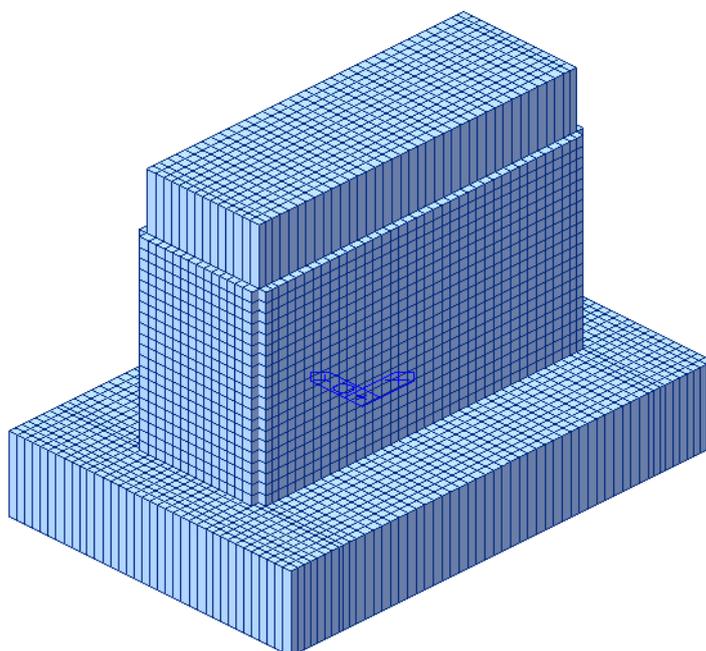


Figura 2 - Modello tridimensionale della pila

La platea di fondazione è stata modellata attraverso elementi di tipo “plate” con spessore pari a 2.0m; in maniera analoga sono stati modellati il pulvino, con uno spessore di 1.5m, ed il fusto della pila cava, costituito da setti di spessore pari a 0.4m.

Agli elementi “plate” che costituiscono la fondazione è stato assegnato un calcestruzzo C25/30, mentre sia per la pila che per il pulvino si è utilizzato un calcestruzzo C32/40.

La struttura è stata vincolata in modo da garantire la libera deformazione dell’elemento di fondazione. Le sollecitazioni che nascono a causa dei fenomeni termici e di ritiro differenziale nel fusto della pila non saranno quindi influenzate da vincoli esterni, ma esclusivamente dall’incastro offerto dalla platea.

Di seguito si riporta un’immagine dello schema di vincolo adottato.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	10	EI2CLVI0004001	A

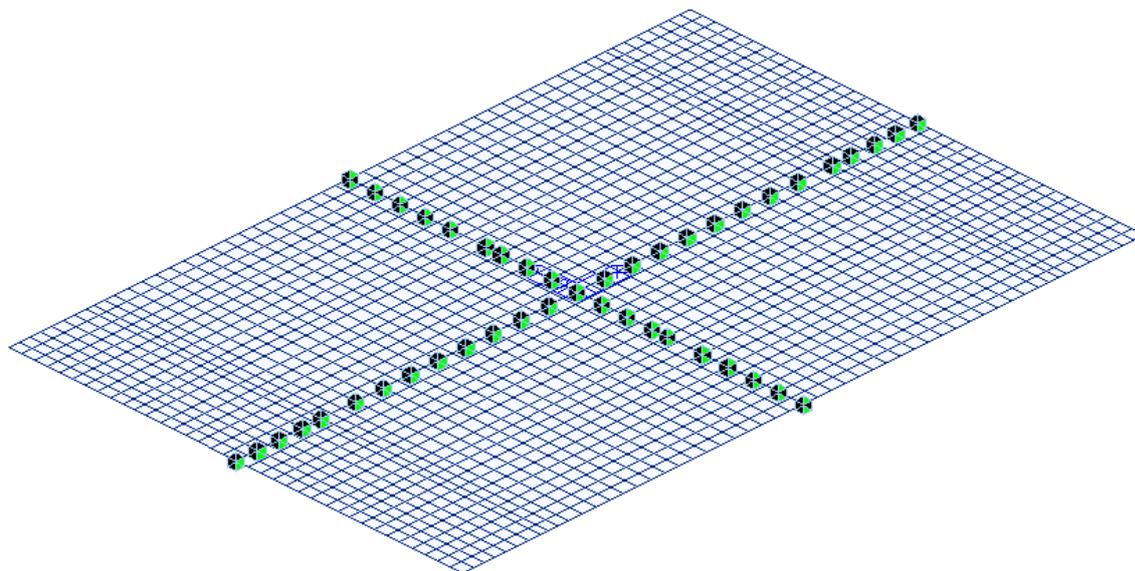


Figura 3 - Schema di vincolo

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

4.3 Azioni di progetto

Le uniche azioni considerate in questo modello locale sono il ritiro differenziale e le variazioni termiche.

4.3.1 Ritiro differenziale

Per fondazione, fusto e pulvino si hanno i seguenti sviluppi nel tempo delle deformazioni da ritiro, calcolate secondo il MODEL CODE 90.

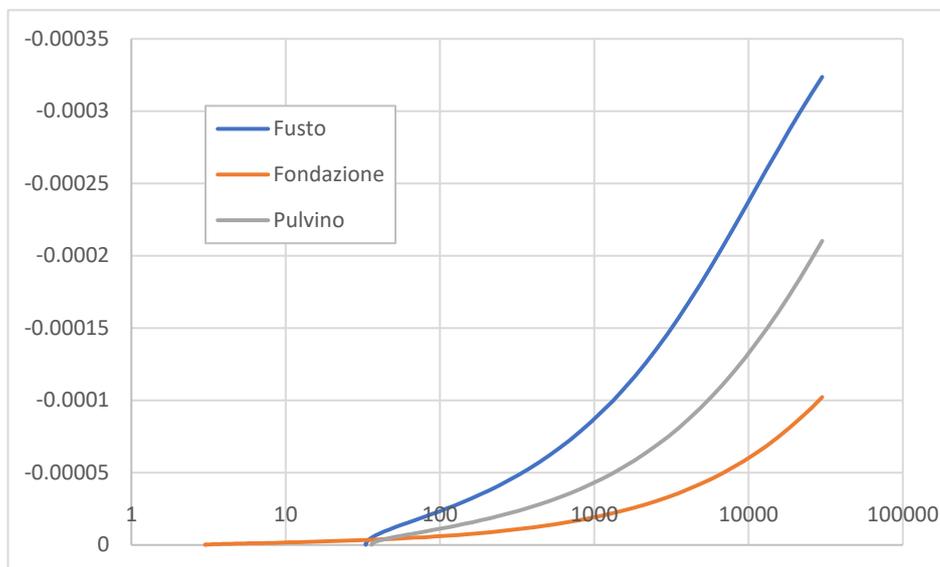


Figura 4 - Sviluppo nel tempo delle deformazioni da ritiro

Note le massime deformazioni da ritiro del fusto sono state calcolate le sollecitazioni alla base della pila in accordo con le ipotesi approssimate descritte nel §5.2.2.5.2 [1].

La presenza del plinto di fondazione parzialmente stagionato è stata quindi considerata, in un apposito modello di calcolo analogo a quello descritto in precedenza, attraverso un ritiro differenziale pari al 50% di quello a lungo termine ed un modulo elastico del fusto della pila pari ad 1/3 di quello reale.

Tale azione è stata applicata come una variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

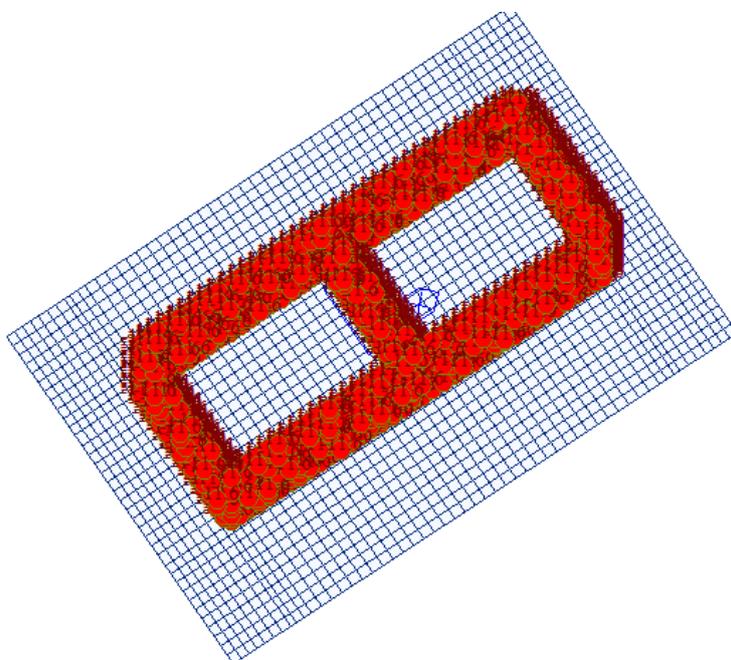


Figura 5 – Applicazione della variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro

4.3.2 *Variazione termica*

In aggiunta agli effetti del ritiro differenziale sono stati analizzati, per mezzo dello stesso modello di calcolo, quelli dovuti ai fenomeni termici, in accordo sempre con le prescrizioni del “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”. Sono state quindi considerate due differenti componenti della temperatura:

- Differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della pila cava pari a 10 °C, considerando un modulo elastico del calcestruzzo non ridotto;
- Variazione termica uniforme fra il fusto della pila e la zattera interrata pari a 5 °C, con una variazione lineare tra l'estradosso della zattera di fondazione ed un'altezza di 2 m, ovvero pari a cinque volte lo spessore della pila cava.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

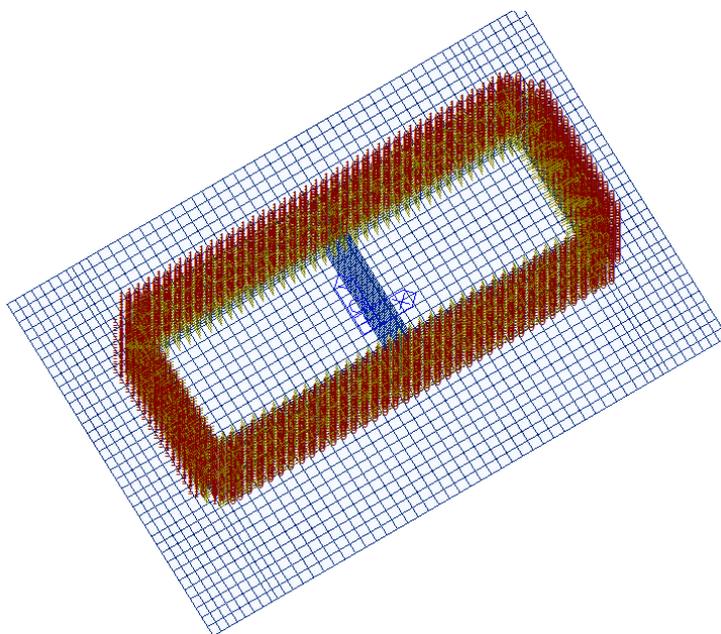


Figura 6 – Applicazione della differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno

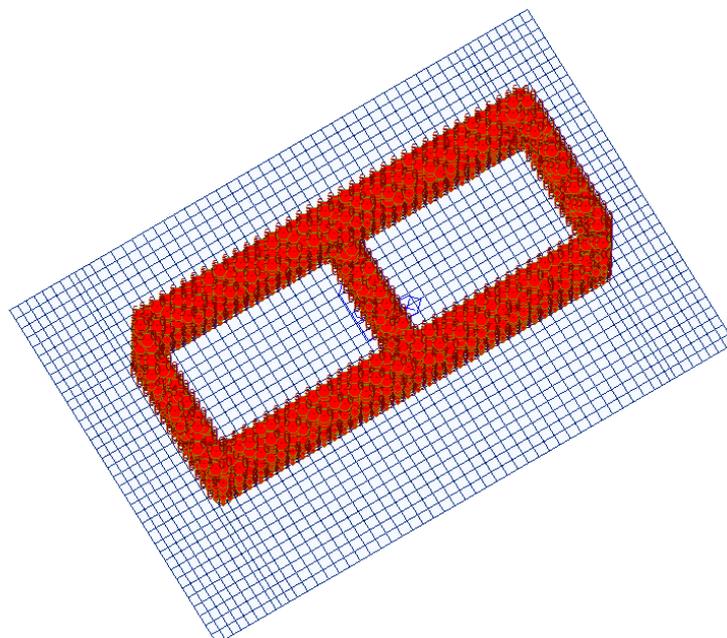


Figura 7 – Applicazione della termica uniforme

4.4 Combinazioni

Gli effetti di entrambe le componenti di temperatura sono stati valutati sempre in corrispondenza della base del fusto, e sono stati opportunamente combinati fra loro. In particolare,

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>10</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

sono stati considerati due scenari, uno rappresentativo della stagione estiva ed uno di quella invernale:

- Scenario 1: superficie esterna del fusto più calda di quella interna e zattera interrata più fredda della pila;
- Scenario 2: superficie esterna del fusto più fredda di quella interna e zattera interrata più calda della pila.

Le sollecitazioni indotte dalle variazioni termiche, ridotte del 50%, sono state inoltre combinate con quelle dovute ai fenomeni di ritiro differenziale. Tale riduzione del 50% è giustificata dal fatto che nella verifica delle pile alle azioni SLV e SLU, le azioni sismiche risultano dimensionanti, pertanto la termica sarebbe combinata con un coefficiente 0.5.

Nonostante il valore massimo si abbia in corrispondenza dell'incastro di base, la variazione lungo lo sviluppo verticale del fusto risulta molto limitata.

4.5 Sollecitazioni

Si riportano le sollecitazioni di interesse indotte dai tre casi di carico applicati. Le sollecitazioni sono espresse come forze al metro; gli assi locali e la convenzione di lettura degli output degli elementi è riportata a seguire.

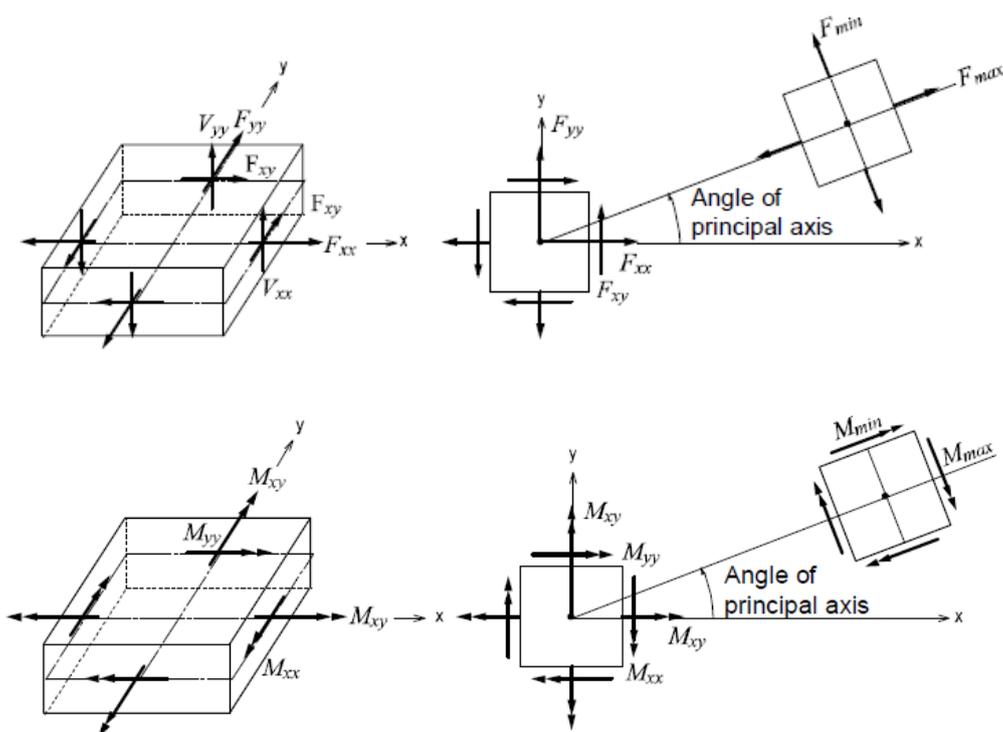


Figura 8 –Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

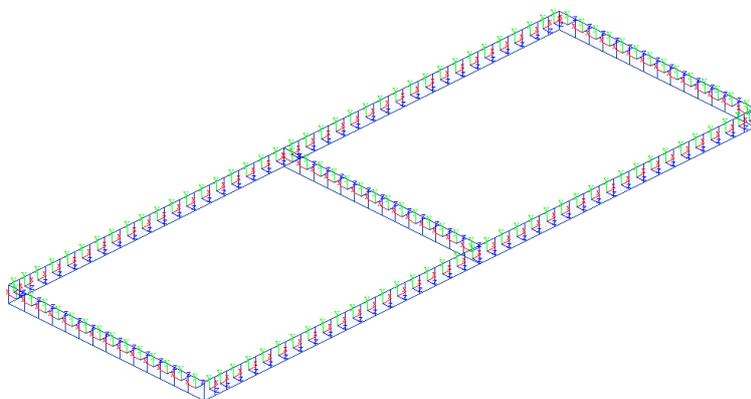


Figura 9 – assi locali per gli elementi del fusto pila

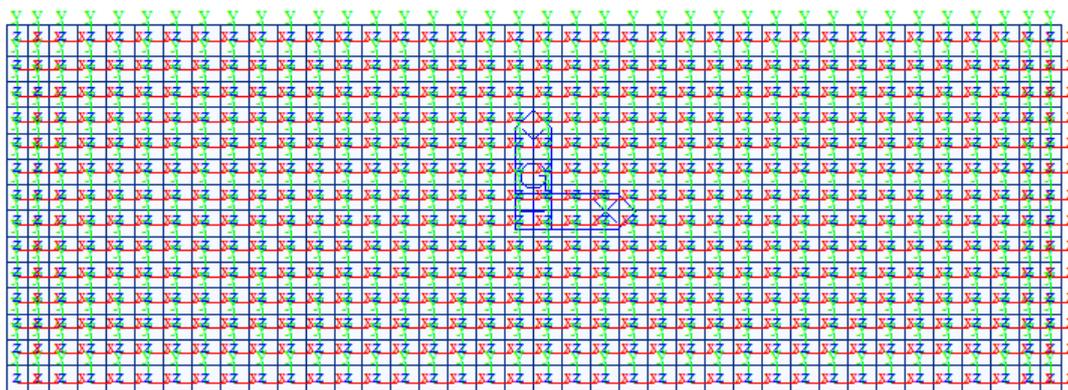


Figura 10 – assi locali per gli elementi della platea e del pulvino

4.5.1 Ritiro differenziale

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

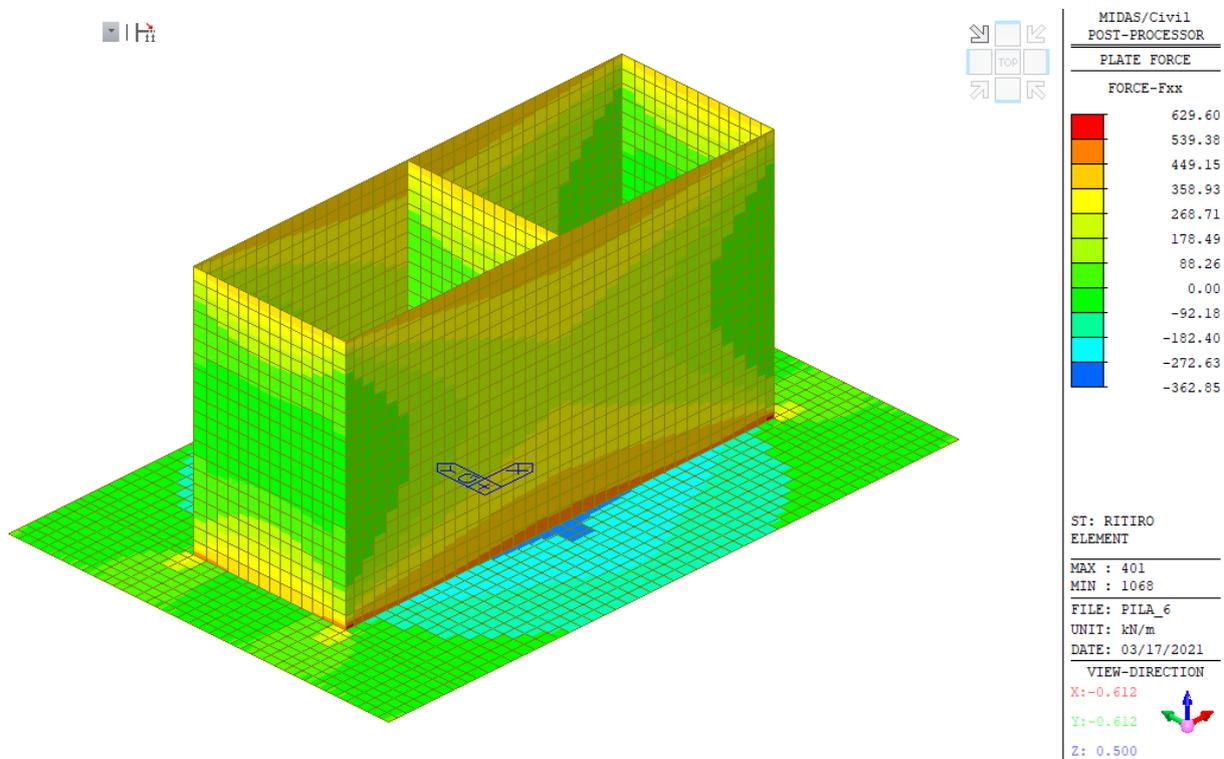


Figura 11 – Fxx

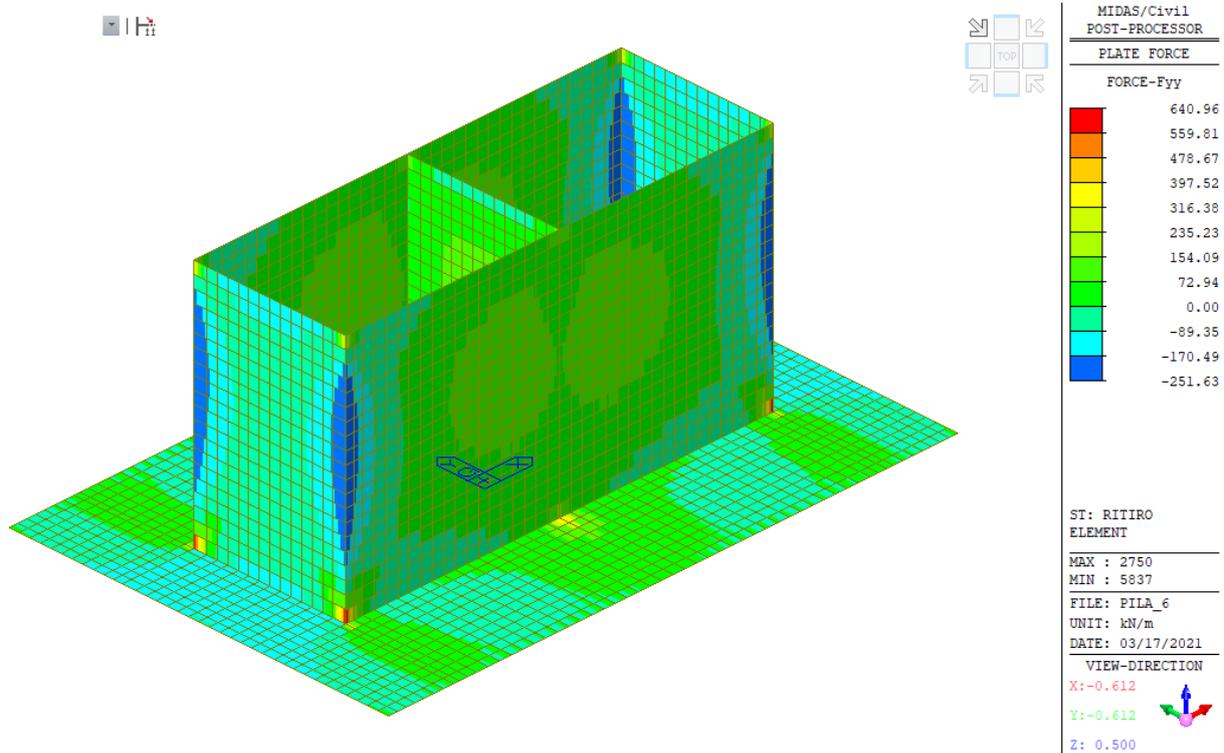


Figura 12 – Fyy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

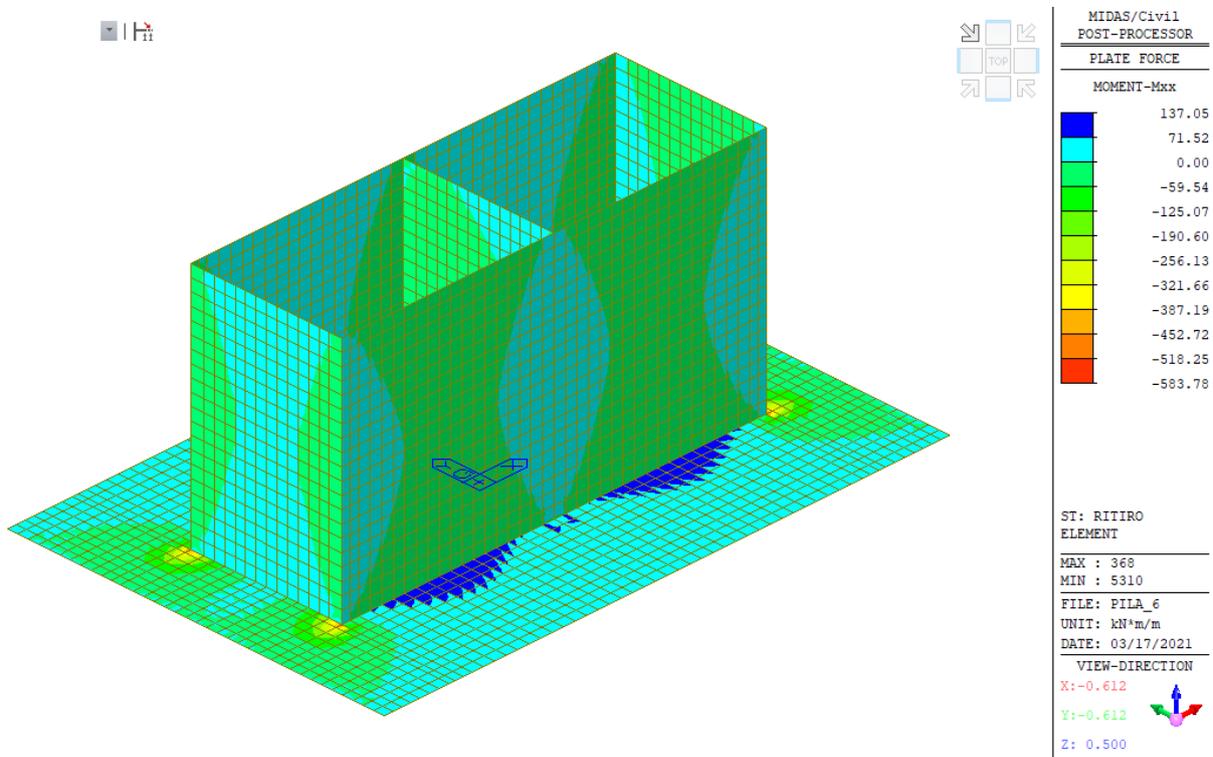


Figura 13 – Mxx

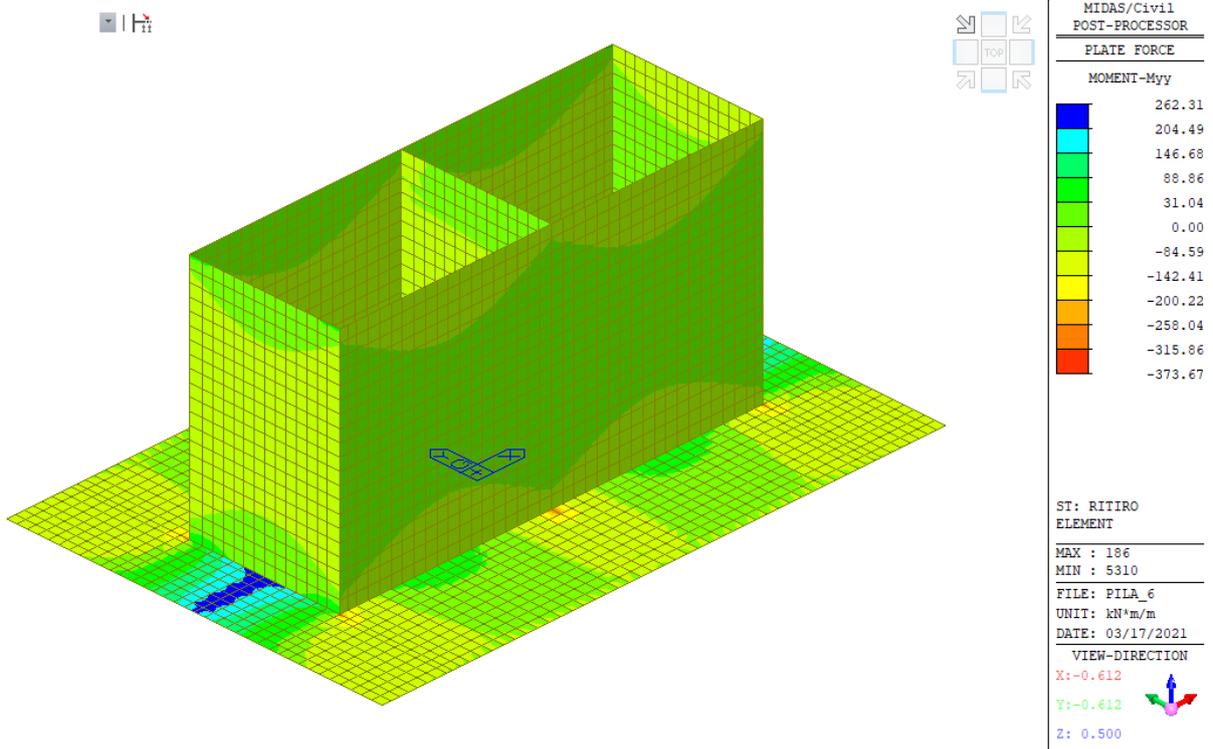
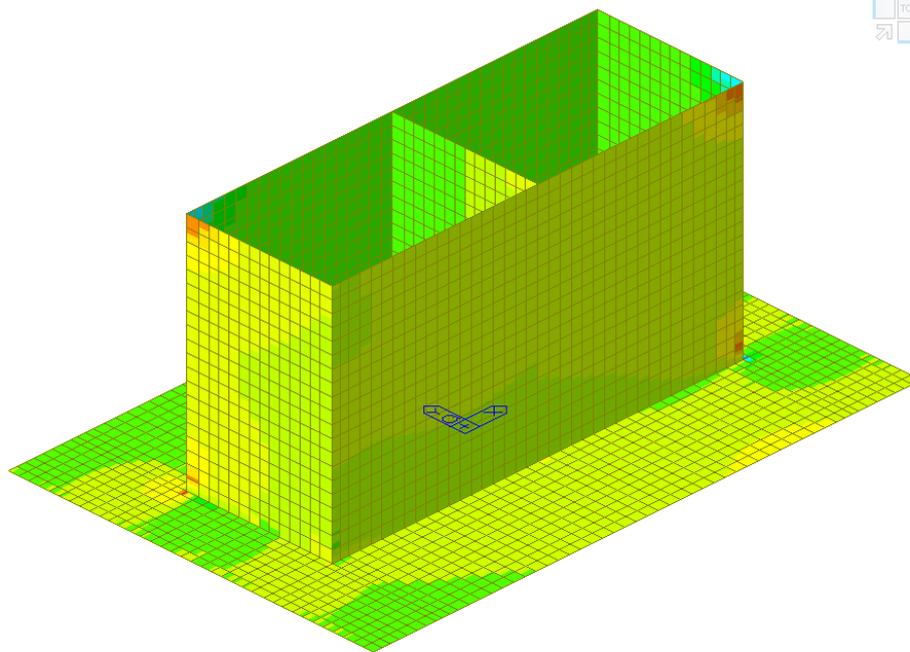


Figura 14 – Myy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

4.5.2 Termica differenziale



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

FORCE-Fxx

146.55
119.91
93.27
66.63
40.00
13.36
0.00
-39.92
-66.56
-93.20
-119.84
-146.47

SI: TEMPERATURA 1
ELEMENT

MAX : 1238
MIN : 2097

FILE: PILA_6

UNIT: kN/m

DATE: 03/17/2021

VIEW-DIRECTION

X: -0.612

Y: -0.612

Z: 0.500



Figura 15 – Fxx

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

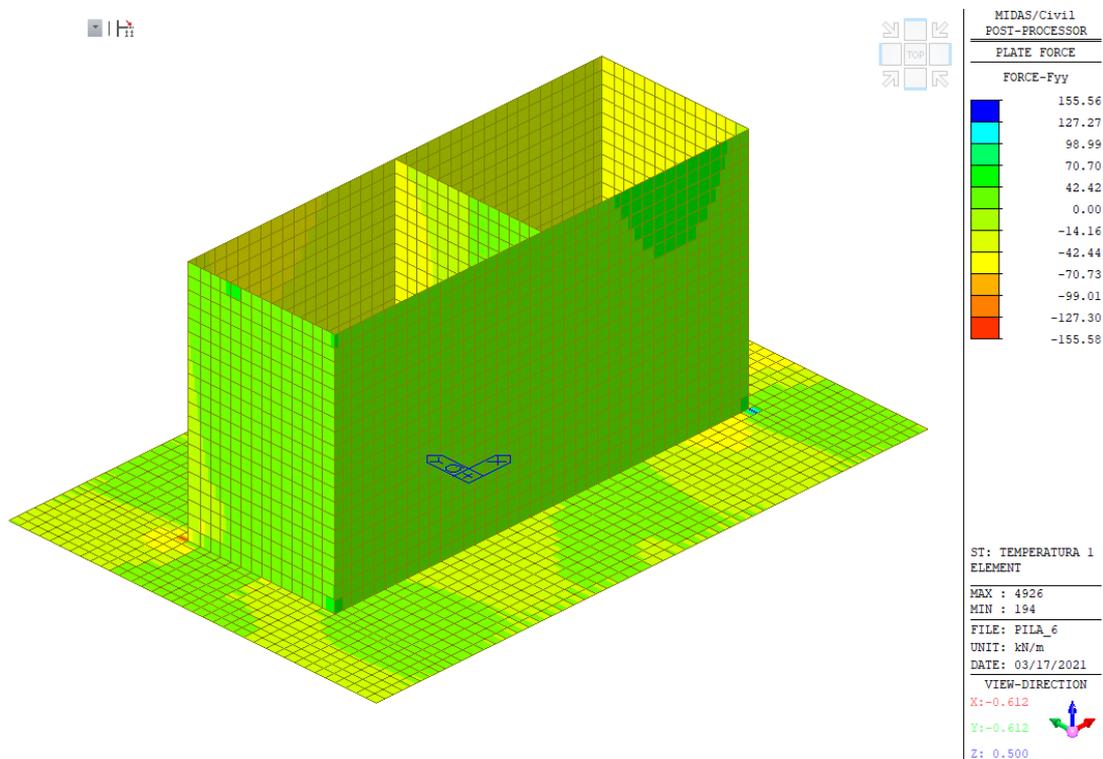


Figura 16 – Fyy

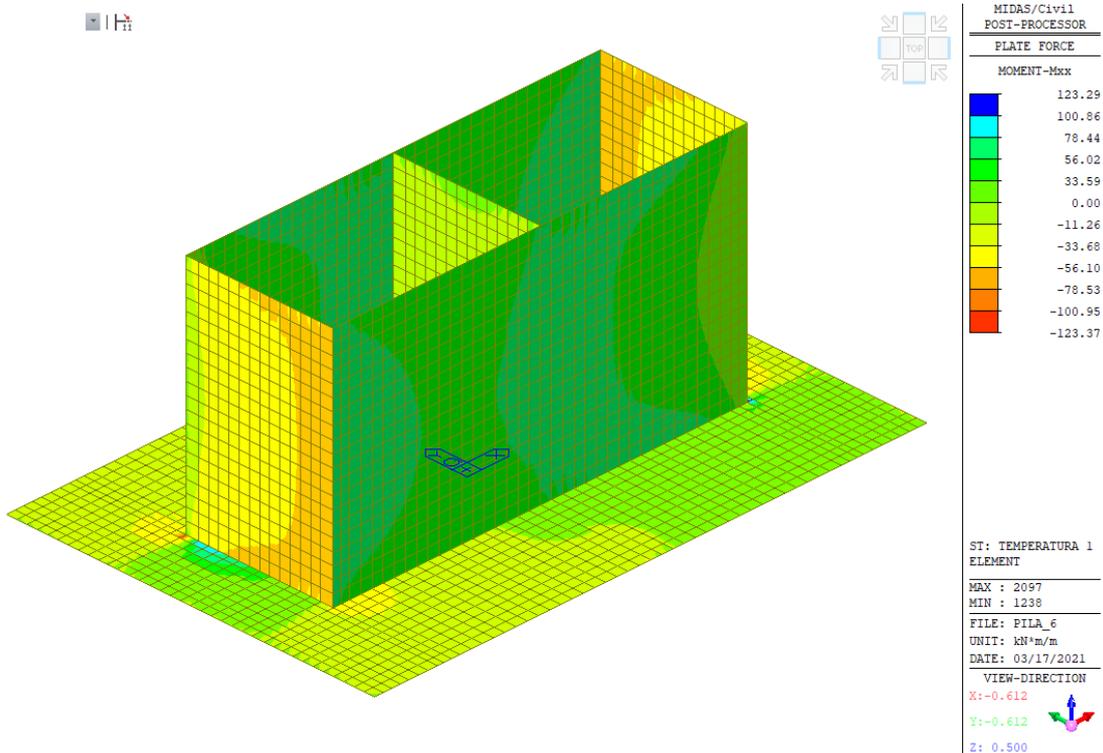


Figura 17 – Mxx

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

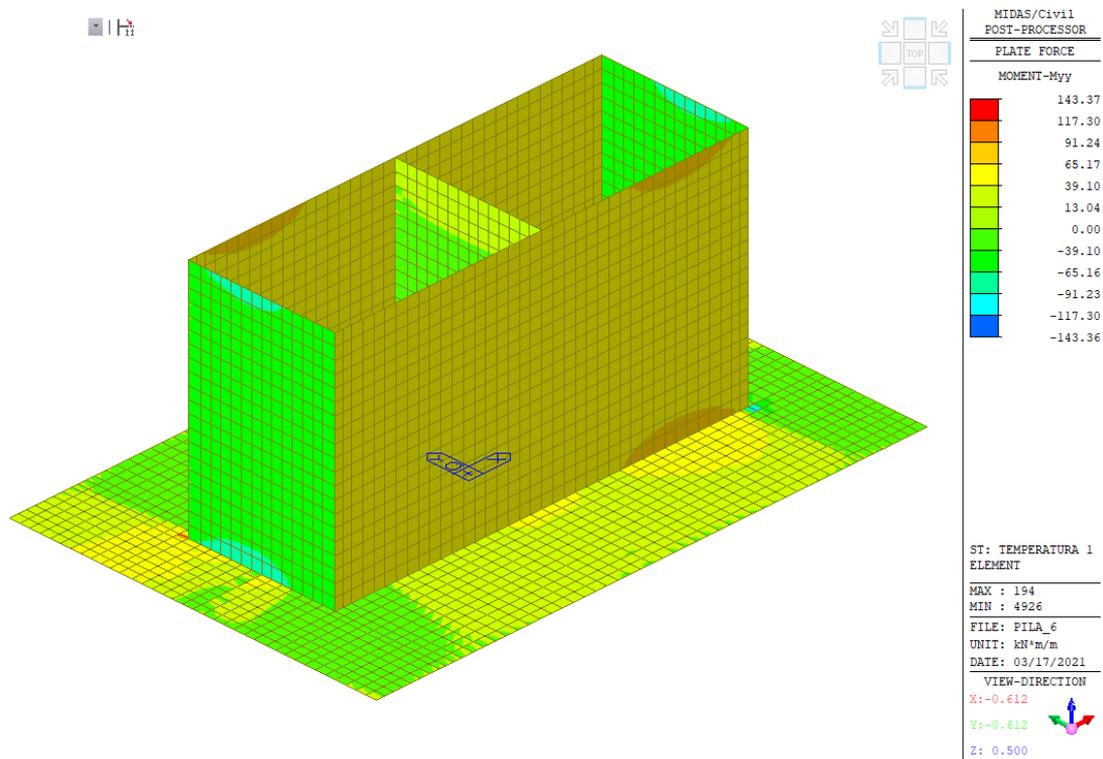


Figura 18 – Myy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

4.5.3 Termica uniforme

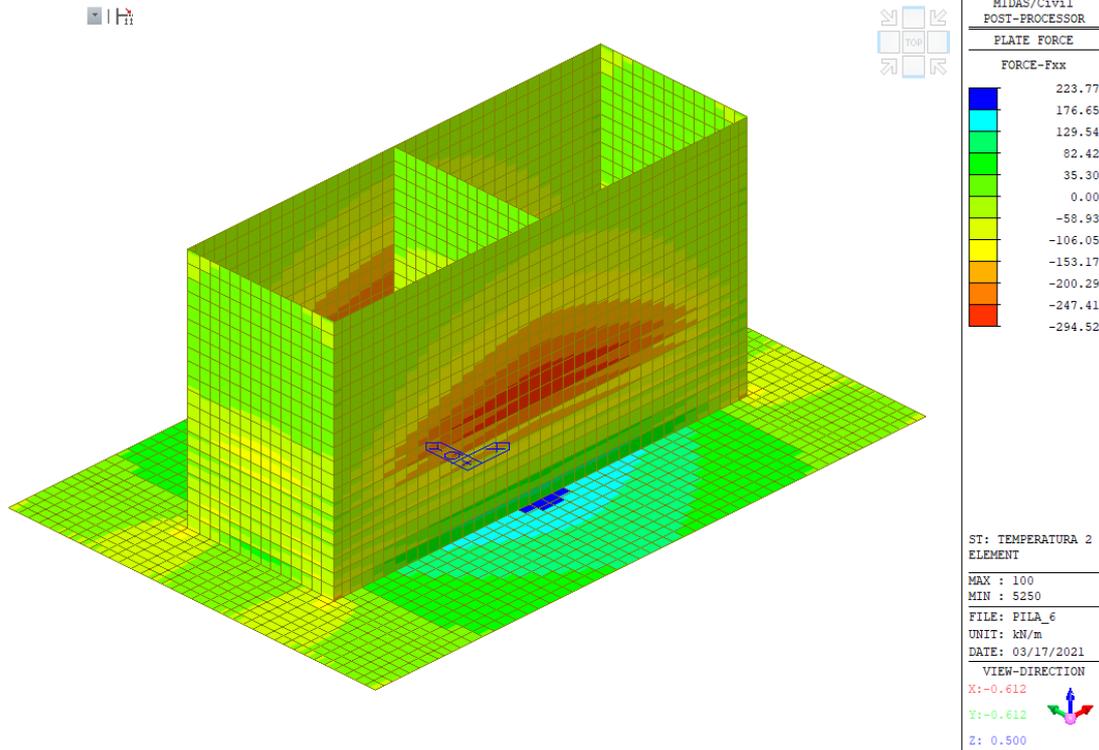
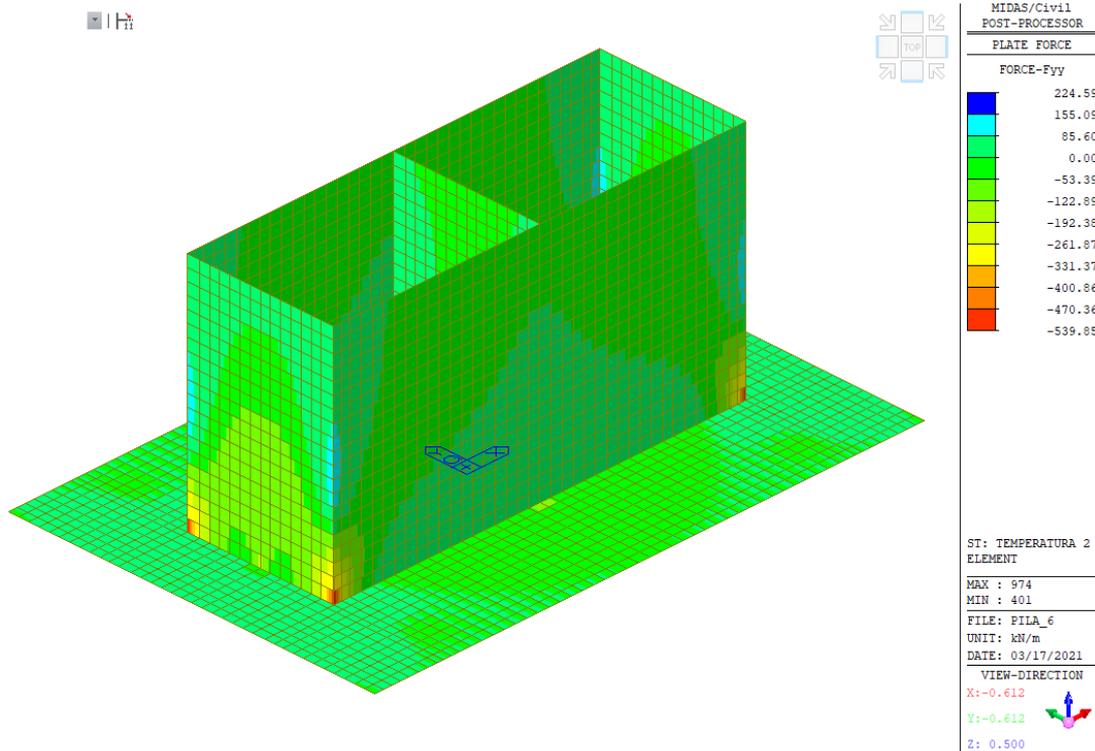


Figura 19 – Fxx



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Figura 20 – Fyy

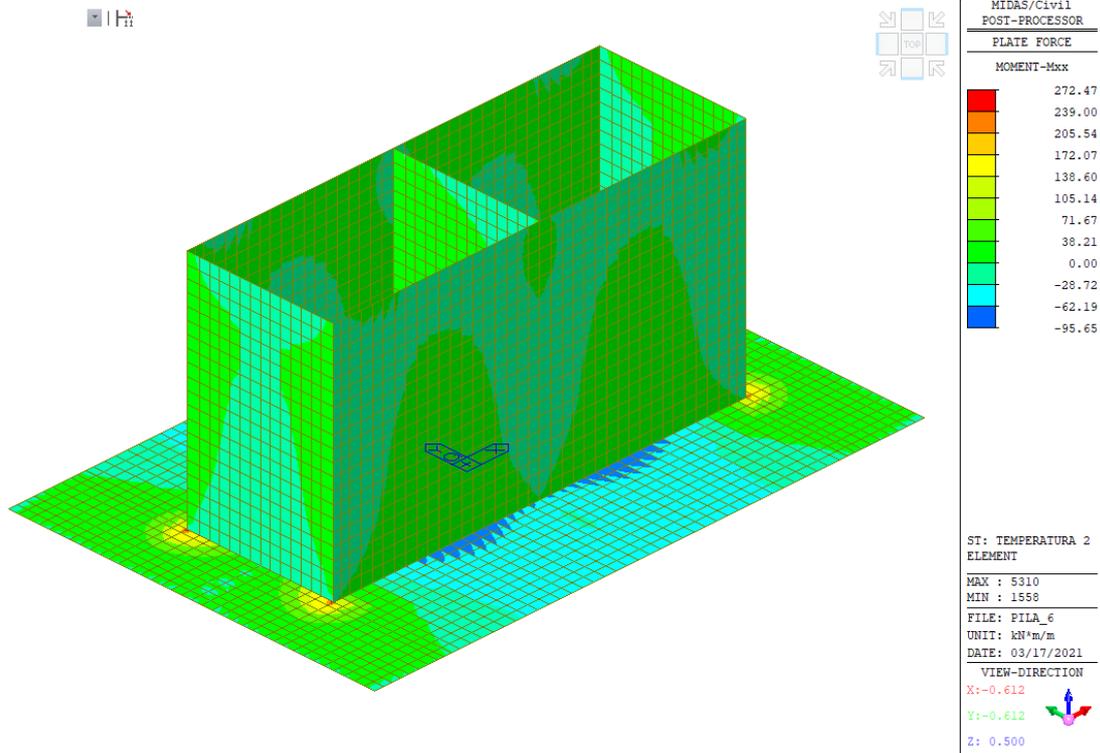
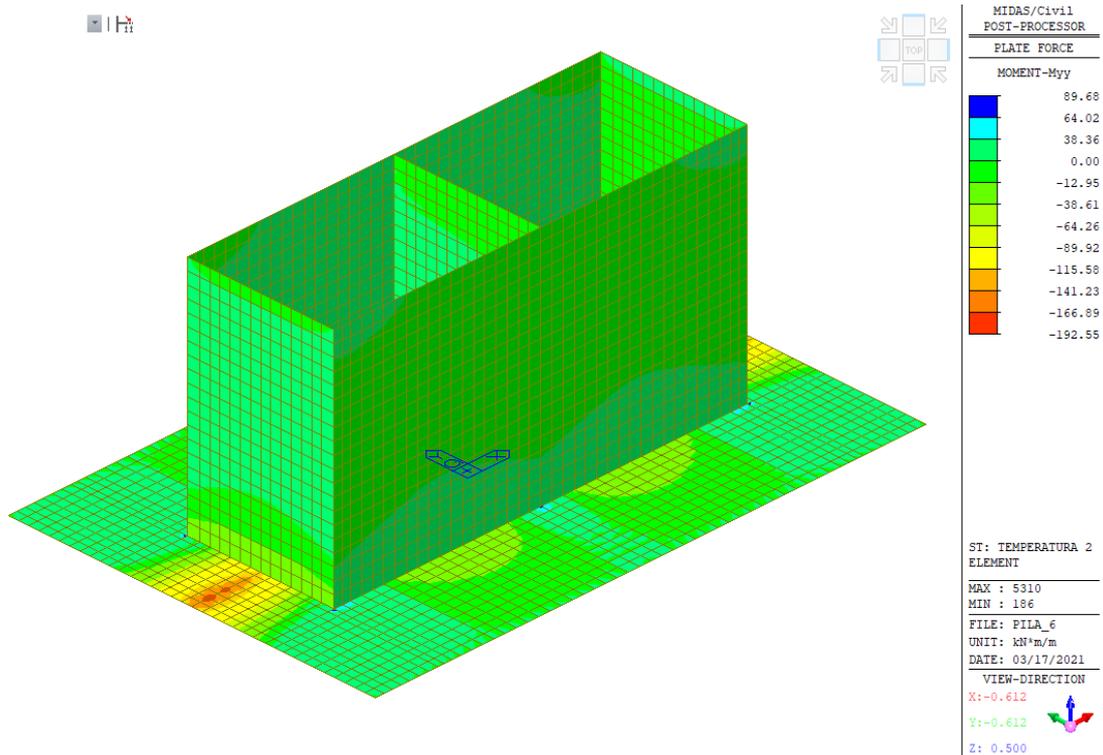


Figura 21 – Mxx



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

Figura 22 – Myy

4.6 Verifiche

Sono state considerate delle section-cut nel modello, sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, al fine determinare le sollecitazioni indotte da ritiro e termica.

L'armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni derivanti da questi effetti è stata quindi verificata mediante l'ausilio del programma RC-SEC, considerando una sezione di larghezza unitaria e spessore pari a quello della pila cava. È stato determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro; tale contributo è stato poi sottratto alle armature realmente presenti, lasciando invariato il numero di barre d'armatura ma attribuendo loro un diametro equivalente.

4.6.1 Armatura verticale

Si riportano le section cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, e i valori ottenuti riportando le forze risultanti ad una sezione di 1 metro.

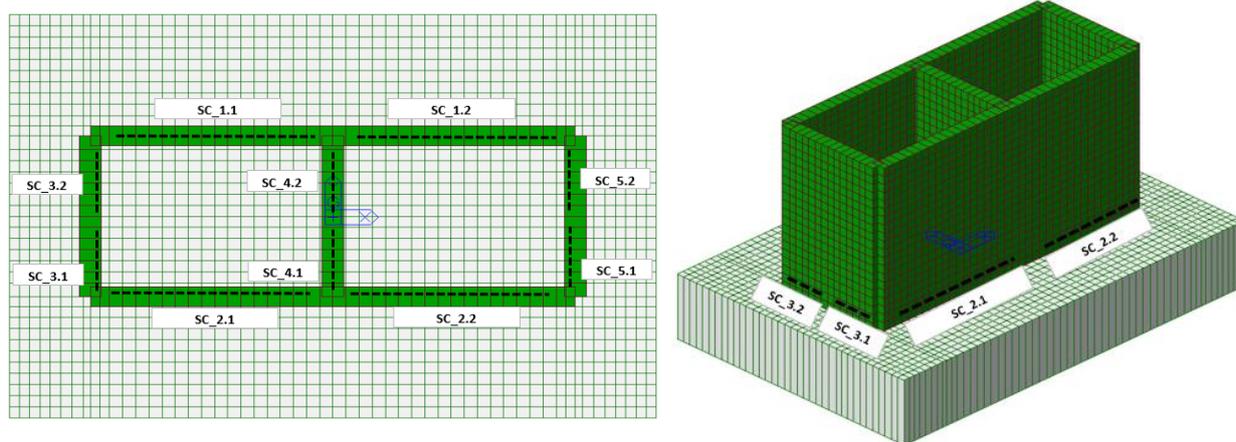


Figura 23 – Section cut per la verifica delle armature verticali

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	7	9
Estate	10	23
Inverno	-10	-23
Rit.sempl_Estate	17	32
Rit.sempl_Inverno	-3	-15

Setto 3.1_3.2_5.1_5.2

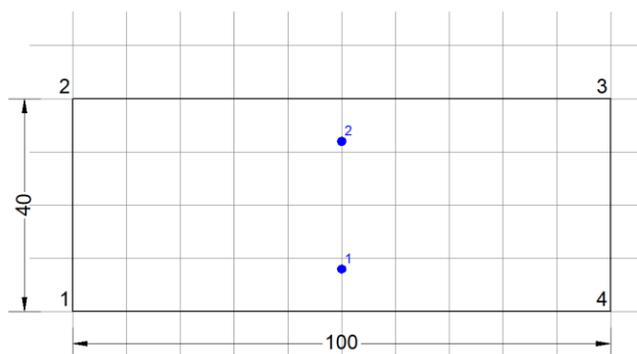
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	1	18
Estate	-65	18
Inverno	65	-18
Rit.sempl_Estate	-64	36
Rit.sempl_Inverno	66	0

Setto 4.1_4.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-40	0
Estate	76	0
Inverno	-76	0
Rit.sempl_Estate	36	0
Rit.sempl_Inverno	-117	0

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC 3.1-3.2-5.1-5.2; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro.

Nome sezione: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=6.5m



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Si riporta quindi la verifica con RC-SEC della sezione più sollecitata.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=6.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	16
2	0.0	32.0	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	10	EI2CLVI0004001	A

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-1.00	18.00	0.00	0.00	0.00
2	65.00	18.00	0.00	0.00	0.00
3	-65.00	-18.00	0.00	0.00	0.00
4	64.00	36.00	0.00	0.00	0.00
5	-66.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 22.4 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-1.00	18.00	0.00	-0.77	30.60	0.00	1.70
2	N	65.00	18.00	0.00	65.09	43.05	0.00	2.39
3	N	-65.00	-18.00	0.00	-64.77	-18.21	0.00	1.01
4	N	64.00	36.00	0.00	63.73	42.80	0.00	1.19
5	N	-66.00	0.00	0.00	-65.77	18.02	0.00	999.00

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00260	50.0	40.0	-0.01493	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
2	0.00333	-50.0	40.0	-0.01438	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
3	0.00179	-50.0	0.0	-0.01553	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
4	0.00331	-50.0	40.0	-0.01439	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

5 0.00178 50.0 40.0 -0.01554 0.0 32.0 -0.06750 0.0 8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002190582	-0.085024658	----	----
2	0.000000000	0.002213333	-0.085206665	----	----
3	0.000000000	-0.002165394	0.001792603	----	----
4	0.000000000	0.002212791	-0.085202332	----	----
5	0.000000000	0.002165123	-0.084820984	----	----

4.6.2 Armatura orizzontale

Si riportano le section cut di 1m considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale.

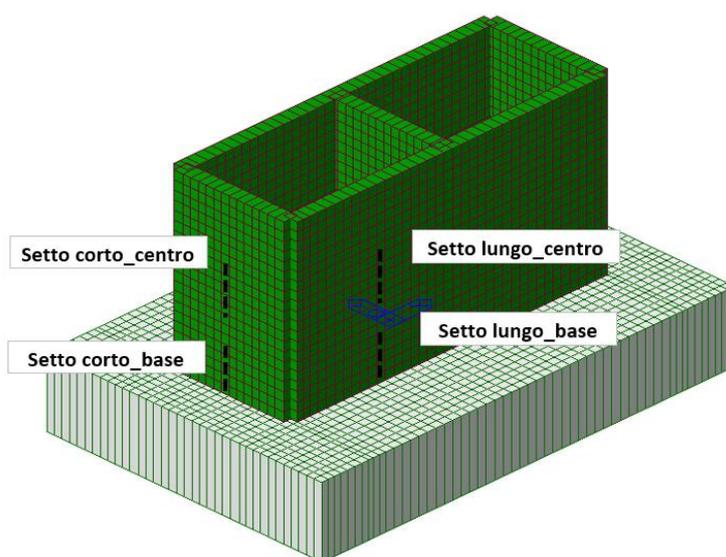


Figura 24 – Section cut per la verifica delle armature orizzontali

Setto corto_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-39	-2
Estate	-10	-27
Inverno	10	27
Rit.sempl_Estate	-49	-29
Rit.sempl_Inverno	-29	25

Setto lungo_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	177	-2
Estate	-91	-27
Inverno	91	27
Rit.sempl_Estate	86	-29

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Rit.sempl_Inverno	268	25
-------------------	-----	----

Setto corto_base

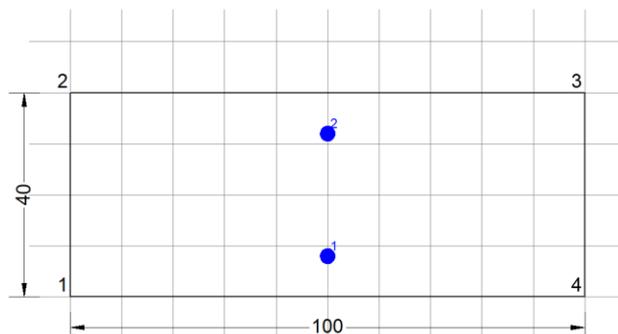
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	280	-6
Estate	-4	-25
Inverno	4	25
Rit.sempl_Estate	276	-31
Rit.sempl_Inverno	283	19

Setto lungo_base

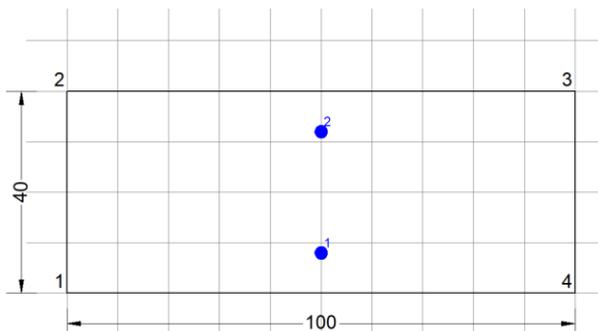
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	382	-2
Estate	-2	-27
Inverno	2	27
Rit.sempl_Estate	380	-29
Rit.sempl_Inverno	384	24

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC “Setto lungo base” e “Setto lungo centro”; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro:

Nome sezione: Setto_lato lungo_base_H=6.5m



Nome sezione: Setto_lato lungo_centro_H=6.5m



Si riporta quindi la verifica con RC-SEC delle sezioni più sollecitate:

SETTO LUNGO BASE

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_base_H=6.5m

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C32/40

Resis. compr. di progetto fcd:

18.130 MPa

Def.unit. max resistenza ec2:

0.0020

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI0004001</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	10	EI2CLVI0004001	A
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	10	EI2CLVI0004001	A						

	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	29.5
2	0.0	32.0	29.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-382.00	-2.00	0.00	0.00	0.00
2	2.00	-27.00	0.00	0.00	0.00
3	-2.00	27.00	0.00	0.00	0.00
4	-380.00	-29.00	0.00	0.00	0.00
5	-384.00	24.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 21.1 cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	S	-382.00	-2.00	0.00	-382.07	-29.87	0.00	14.94
2	S	2.00	-27.00	0.00	2.23	-99.24	0.00	3.68
3	S	-2.00	27.00	0.00	-2.10	98.50	0.00	3.65
4	S	-380.00	-29.00	0.00	-379.94	-30.28	0.00	1.04
5	S	-384.00	24.00	0.00	-383.88	29.52	0.00	1.23

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00252	50.0	0.0	-0.01498	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
2	0.00350	-50.0	0.0	-0.00414	0.0	8.0	-0.02707	0.0	32.0
3	0.00350	50.0	40.0	-0.00422	0.0	32.0	-0.02737	0.0	8.0
4	0.00256	-50.0	0.0	-0.01495	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
5	0.00249	50.0	40.0	-0.01501	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.002188145	0.002520630	----	----
2	0.000000000	-0.000955402	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000964767	-0.035090698	----	----
4	0.000000000	-0.002189499	0.002563965	----	----
5	0.000000000	0.002187061	-0.084996490	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

SETTO LUNGO CENTRO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_centro_H=6.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	25.5
2	0.0	32.0	25.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
				Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x
1	-177.00	-2.00	0.00	0.00	0.00
2	91.00	-27.00	0.00	0.00	0.00
3	-91.00	27.00	0.00	0.00	0.00
4	-86.00	-29.00	0.00	0.00	0.00
5	-268.00	25.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.5 cm

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

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

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-177.00	-2.00	0.00	-177.24	-43.05	0.00	21.53
2	N	91.00	-27.00	0.00	91.21	-91.33	0.00	3.38
3	N	-91.00	27.00	0.00	-91.26	58.97	0.00	2.18
4	N	-86.00	-29.00	0.00	-85.91	-59.95	0.00	2.07
5	N	-268.00	25.00	0.00	-267.99	25.79	0.00	1.03

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N° Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00333	50.0	0.0	-0.01438	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
2	0.00350	-50.0	0.0	-0.00487	0.0	8.0	-0.02997	0.0	32.0
3	0.00350	50.0	40.0	-0.00989	0.0	32.0	-0.05005	0.0	8.0
4	0.00350	-50.0	0.0	-0.00959	0.0	8.0	-0.04885	0.0	32.0
5	0.00220	50.0	40.0	-0.01523	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.002213333	0.003326660	----	----
2	0.000000000	-0.001045938	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.001673450	-0.063437988	----	----
4	0.000000000	-0.001635986	0.003500000	----	----
5	0.000000000	0.002177988	-0.084923904	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

4.7 Diametri equivalenti

Si riportano delle tabelle riepilogative con i diametri equivalenti utilizzati successivamente nelle verifiche a pressoflessione e a taglio delle pile.

Pila_armatura verticale

armatura/m			
n/m	f(mm)	As (mm ²)	
10	16	20.1	<i>armatura base</i>
0	0	0.0	<i>armatura secondaria</i>
2	17.5	4.8	<i>armatura rit + temp.</i>
-	-	15.3	<i>armatura residua</i>
10	14.0	15.4	<i>armatura equivalente</i>

Pila_armatura orizzontale

Armatura/m			
<i>Diametro</i>	16		
<i>Passo</i>	150		
<i>Bracci</i>	2		
n/m	f(mm)	As (mm ²)	
13.3	16	26.8	<i>armatura base</i>
0	0	0.0	<i>armatura secondaria</i>
2	29.5	13.7	<i>armatura rit + temp</i>
-	-	13.1	<i>armatura residua</i>
13.3	11.2	13.1	<i>armatura equivalente</i>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

5. PILE 6.5m < H <= 9.5m

Nel seguito si riportano le considerazioni e i calcoli relativi alle pile di altezza 6.5m < h <=9.5m.

5.1 Geometria

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata, cava costante su tutta l'altezza, di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m. Per questa tipologia di pile sono presenti diversi plinti di fondazione, le cui dimensioni però non influenzano in maniera significativa le analisi. Pertanto, nel seguito sarà adottata la tipologia di plinto di dimensioni 16.50m x 10.8m x 2.5m.

	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12CLVI0004001	A
--	------------------	-------------	----------------------------	---

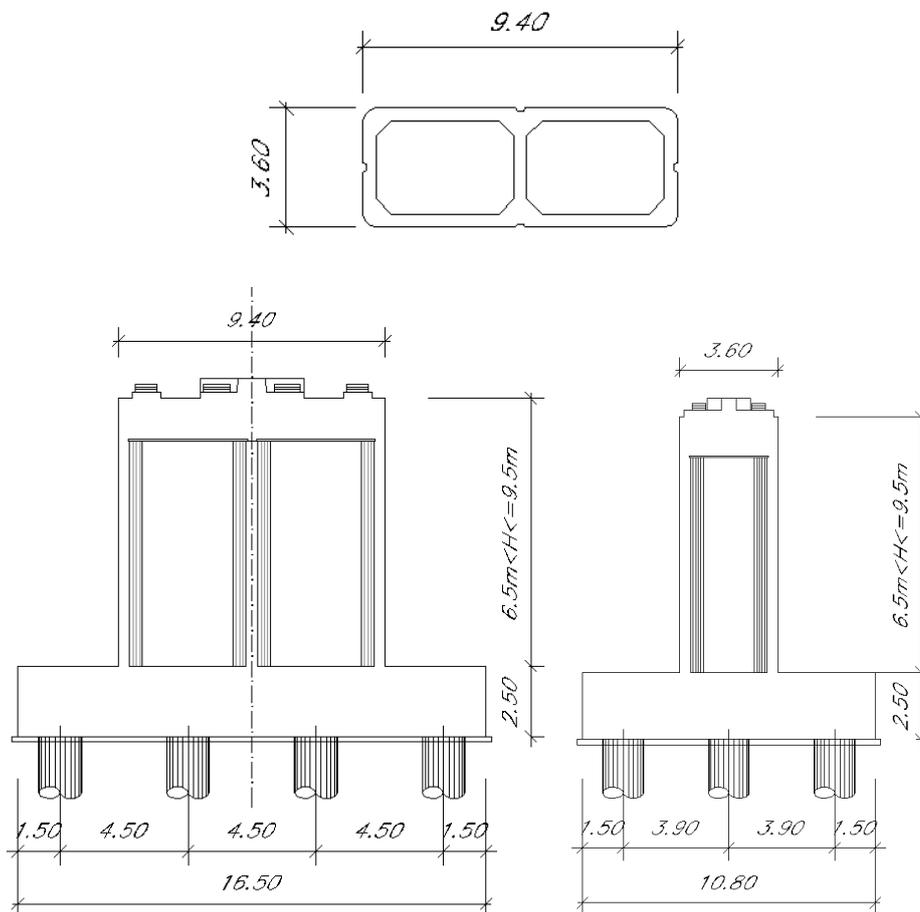


Figura 25 - Pianta e sezioni pila

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

5.2 Modello locale

Le sollecitazioni indotte dai fenomeni termici e di ritiro differenziale sono state individuate mediante un modello spaziale di pila, pulvino e fondazione, nel programma di calcolo Midas Civil.

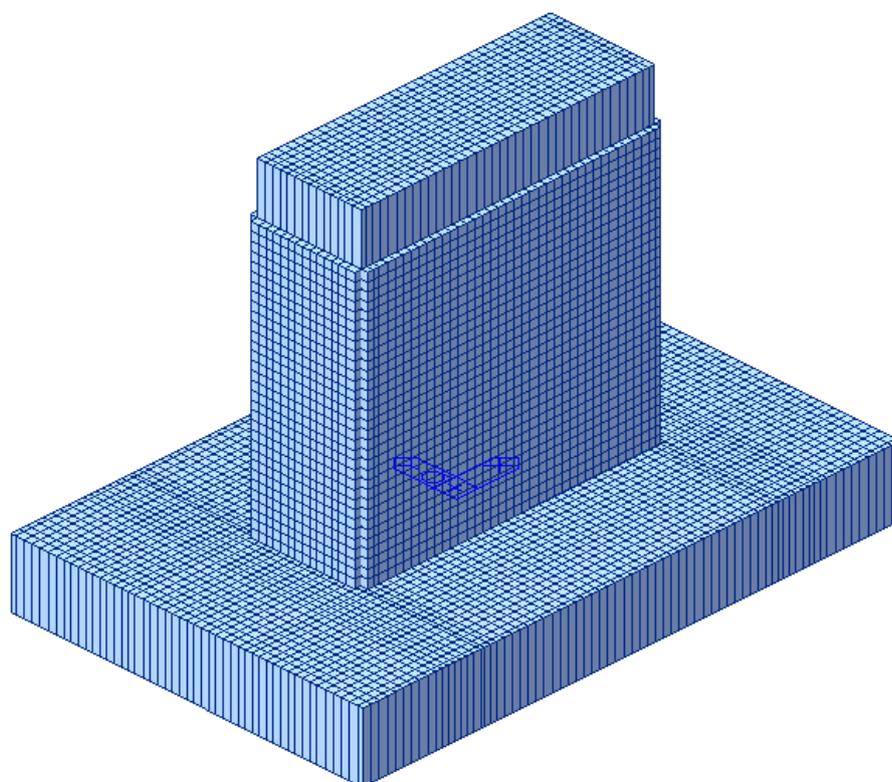


Figura 26 - Modello tridimensionale della pila

La platea di fondazione è stata modellata attraverso elementi di tipo “plate” con spessore pari a 2.5m; in maniera analoga sono stati modellati il pulvino, con uno spessore di 1.5m, ed il fusto della pila cava, costituito da setti di spessore pari a 0.4m.

Agli elementi “plate” che costituiscono la fondazione è stato assegnato un calcestruzzo C25/30, mentre sia per la pila che per il pulvino si è utilizzato un calcestruzzo C32/40.

La struttura è stata vincolata in modo da garantire la libera deformazione dell’elemento di fondazione. Le sollecitazioni che nascono a causa dei fenomeni termici e di ritiro differenziale nel fusto della pila non saranno quindi influenzate da vincoli esterni, ma esclusivamente dall’incastro offerto dalla platea.

Di seguito si riporta un’immagine dello schema di vincolo adottato.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	10	EI2CLVI0004001	A

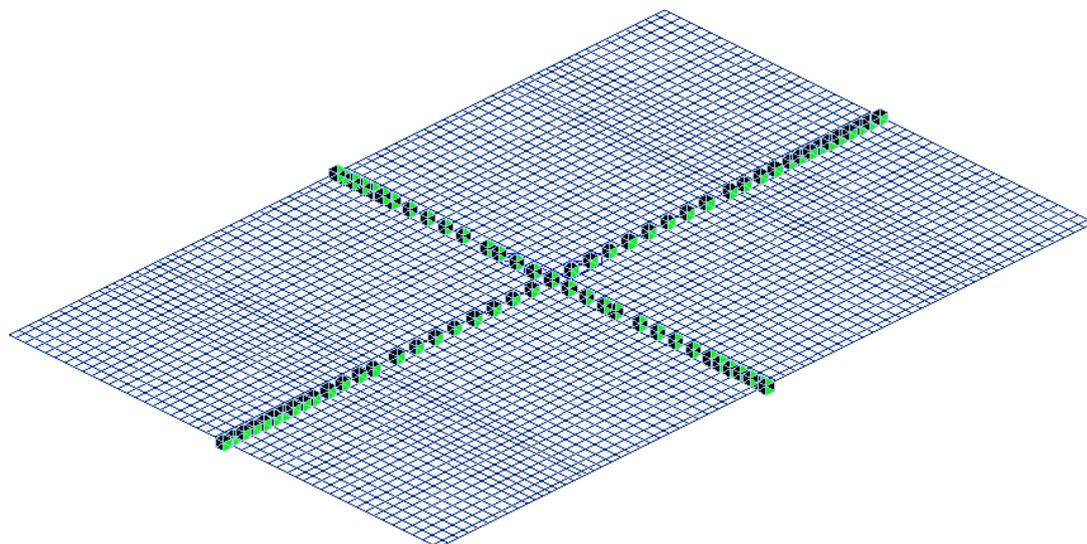


Figura 27 - Schema di vincolo

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

5.3 Azioni di progetto

Le uniche azioni considerate in questo modello locale sono il ritiro differenziale e le variazioni termiche.

5.3.1 Ritiro differenziale

Per fondazione, fusto e pulvino si hanno i seguenti sviluppi nel tempo delle deformazioni da ritiro, calcolate secondo il MODEL CODE 90.

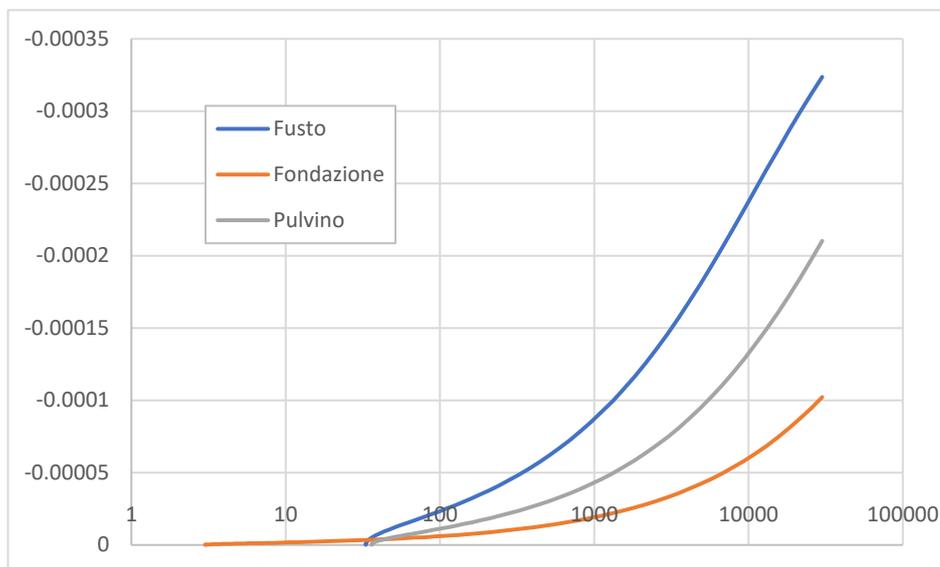


Figura 28 - Sviluppo nel tempo delle deformazioni da ritiro

Note le massime deformazioni da ritiro del fusto sono state calcolate le sollecitazioni alla base della pila in accordo con le ipotesi approssimate descritte nel §5.2.2.5.2 [1].

La presenza del plinto di fondazione parzialmente stagionato è stata quindi considerata, in un apposito modello di calcolo analogo a quello descritto in precedenza, attraverso un ritiro differenziale pari al 50% di quello a lungo termine ed un modulo elastico del fusto della pila pari ad 1/3 di quello reale.

Tale azione è stata applicata come una variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

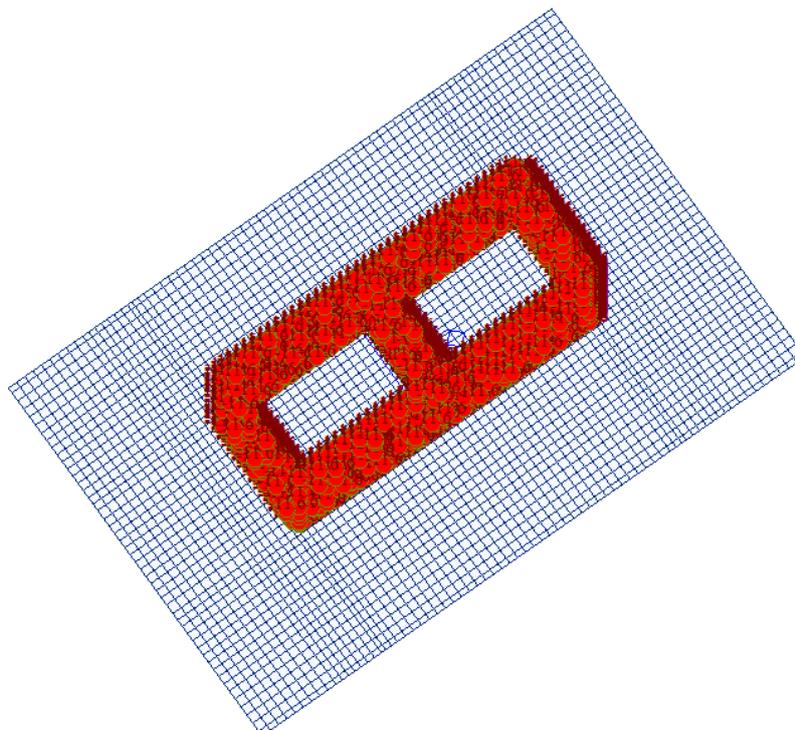


Figura 29 – Applicazione della variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro

5.3.2 *Variazione termica*

In aggiunta agli effetti del ritiro differenziale sono stati analizzati, per mezzo dello stesso modello di calcolo, quelli dovuti ai fenomeni termici, in accordo sempre con le prescrizioni del “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”. Sono state quindi considerate due differenti componenti della temperatura:

- Differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della pila cava pari a 10 °C, considerando un modulo elastico del calcestruzzo non ridotto;
- Variazione termica uniforme fra il fusto della pila e la zattera interrata pari a 5 °C, con una variazione lineare tra l'estradosso della zattera di fondazione ed un'altezza di 2 m, ovvero pari a cinque volte lo spessore della pila cava.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

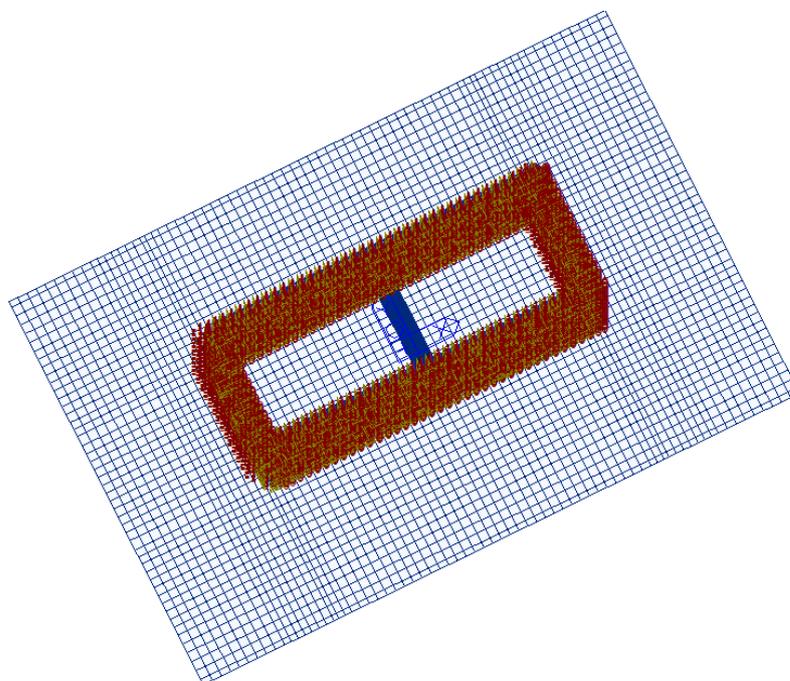


Figura 30 – Applicazione della differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno

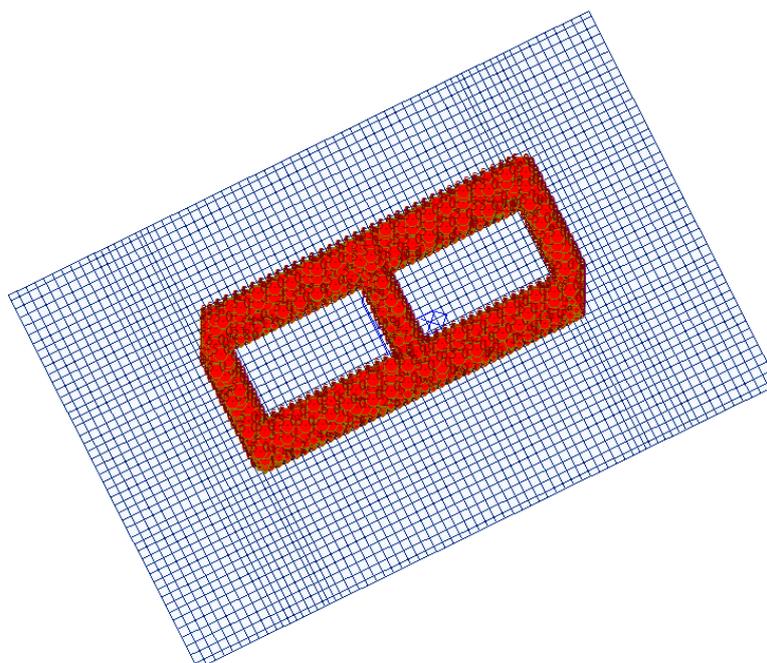


Figura 31 – Applicazione della termica uniforme

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>10</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

5.4 Combinazioni

Gli effetti di entrambe le componenti di temperatura sono stati valutati sempre in corrispondenza della base del fusto, e sono stati opportunamente combinati fra loro. In particolare, sono stati considerati due scenari, uno rappresentativo della stagione estiva ed uno di quella invernale:

- Scenario 1: superficie esterna del fusto più calda di quella interna e zattera interrata più fredda della pila;
- Scenario 2: superficie esterna del fusto più fredda di quella interna e zattera interrata più calda della pila.

Le sollecitazioni indotte dalle variazioni termiche, ridotte del 50%, sono state inoltre combinate con quelle dovute ai fenomeni di ritiro differenziale. Tale riduzione del 50% è giustificata dal fatto che nella verifica delle pile alle azioni SLV e SLU, le azioni sismiche risultano dimensionanti, pertanto la termica sarebbe combinata con un coefficiente 0.5.

Nonostante il valore massimo si abbia in corrispondenza dell'incastro di base, la variazione lungo lo sviluppo verticale del fusto risulta molto limitata.

5.5 Sollecitazioni

Si riportano le sollecitazioni di interesse indotte dai tre casi di carico applicati. Le sollecitazioni sono espresse come forze al metro; gli assi locali e la convenzione di lettura degli output degli elementi è riportata a seguire.

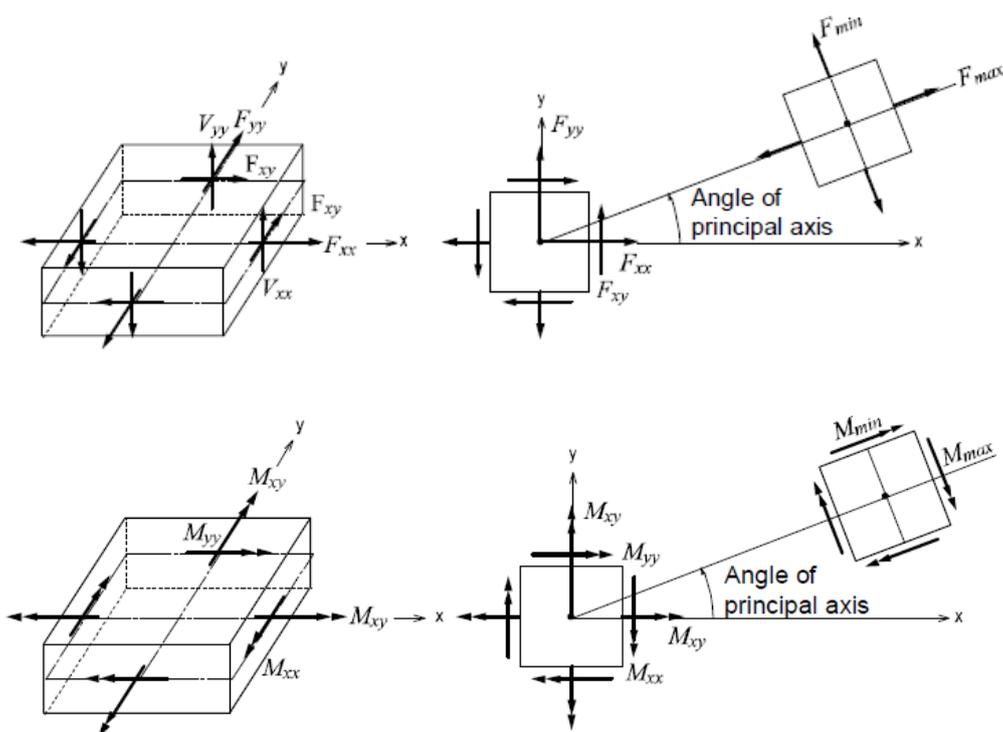


Figura 32 –Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

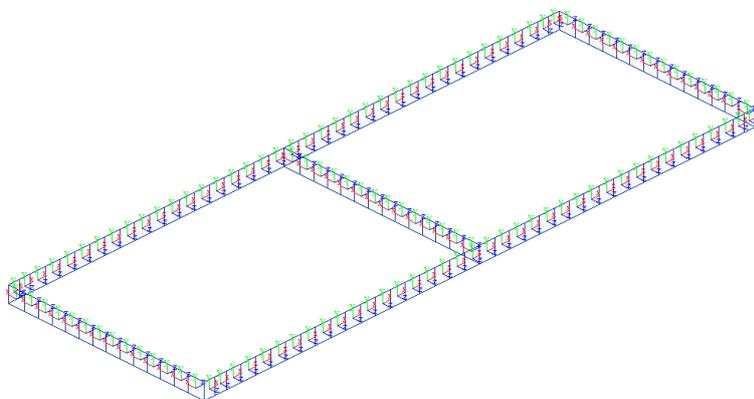


Figura 33 – assi locali per gli elementi del fusto pila

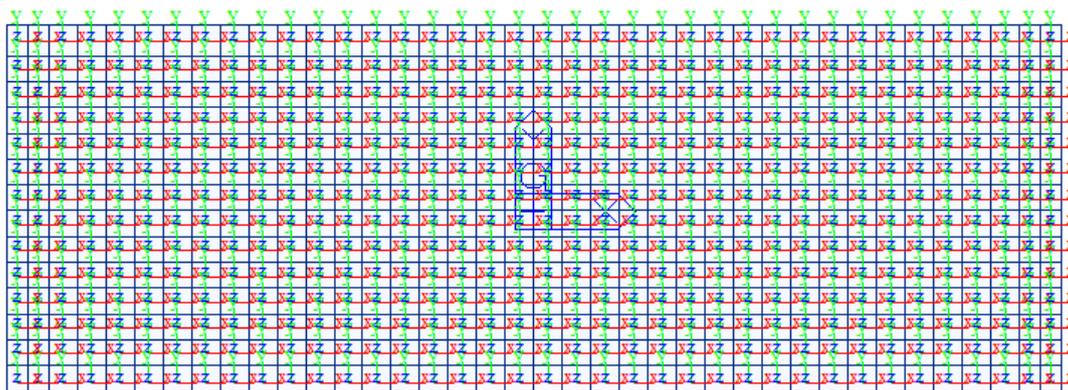


Figura 34 – assi locali per gli elementi della platea e del pulvino

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

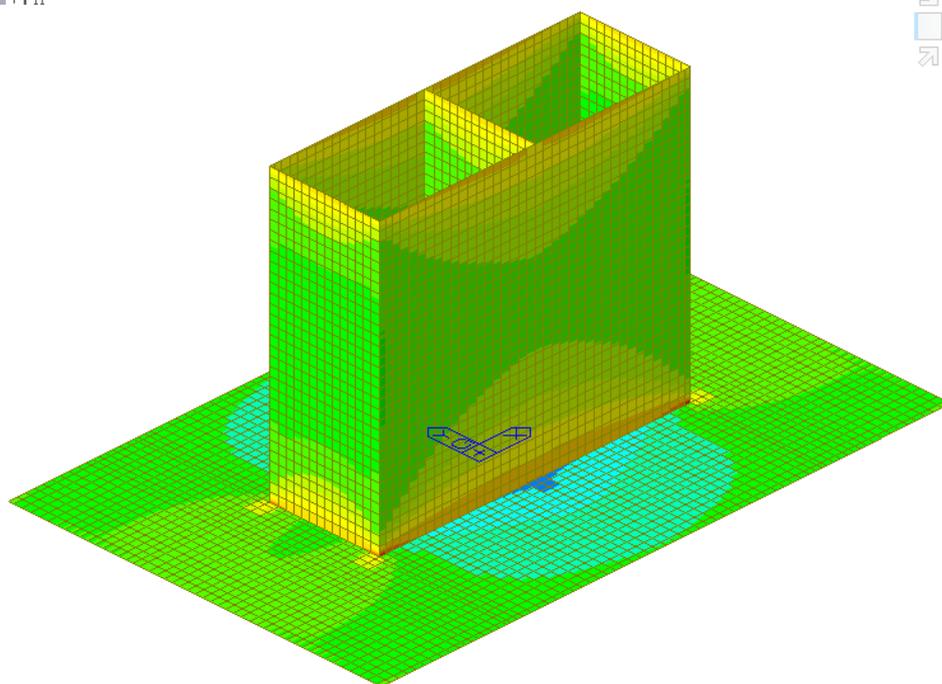
10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

5.5.1 Ritiro differenziale



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

FORCE-Fxx

661.11
569.28
477.45
385.62
293.79
201.96
110.13
0.00
-73.53
-165.36
-257.19
-349.03

ST: RITIRO
ELEMENT

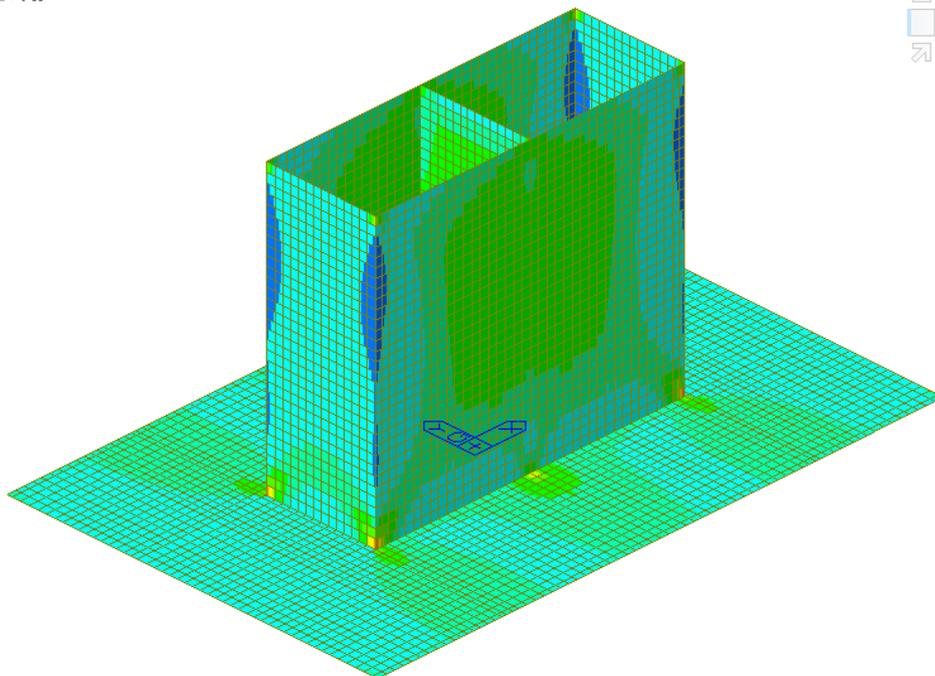
MAX : 401
MIN : 100

FILE: PILA_9
UNIT: kN/m
DATE: 03/17/2021

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 35 – Fxx

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

FORCE-Fyy

746.43
659.10
571.77
484.44
397.11
309.78
222.46
135.13
47.80
0.00
-126.86
-214.19

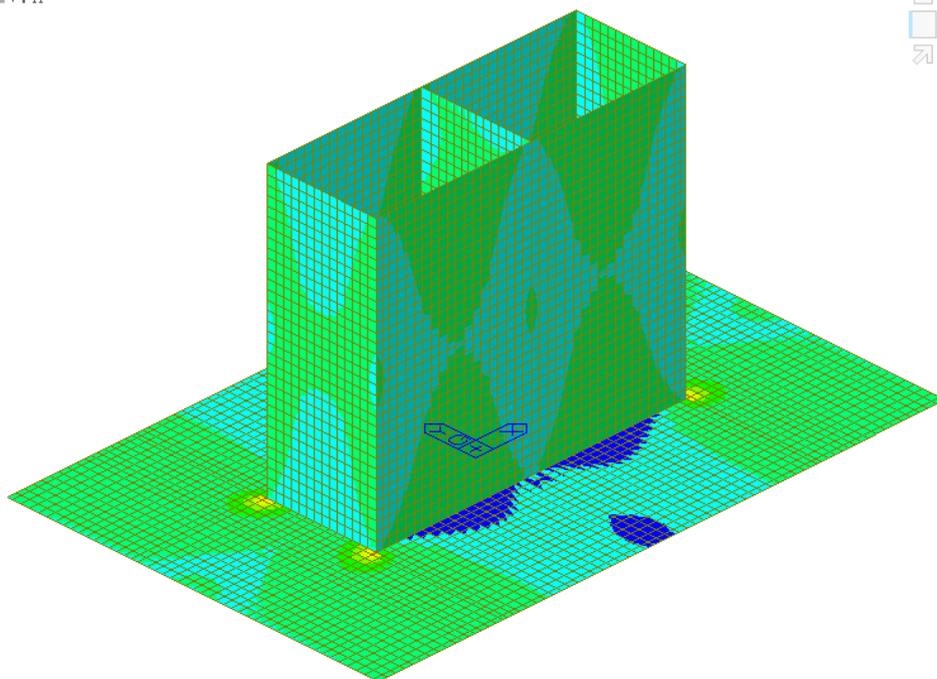
ST: RITIRO
ELEMENT

MAX : 2750
MIN : 7532

FILE: PILA_9
UNIT: kN/m
DATE: 03/17/2021

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 36 – Fyy



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

MOMENT-Mxx

119.51
47.36
0.00
-96.93
-169.07
-241.22
-313.36
-385.51
-457.65
-529.80
-601.94
-674.09

ST: RITIRO
ELEMENT

MAX : 100
MIN : 5310

FILE: PILA_9
UNIT: kN²/m
DATE: 03/17/2021

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 37 – Mxx

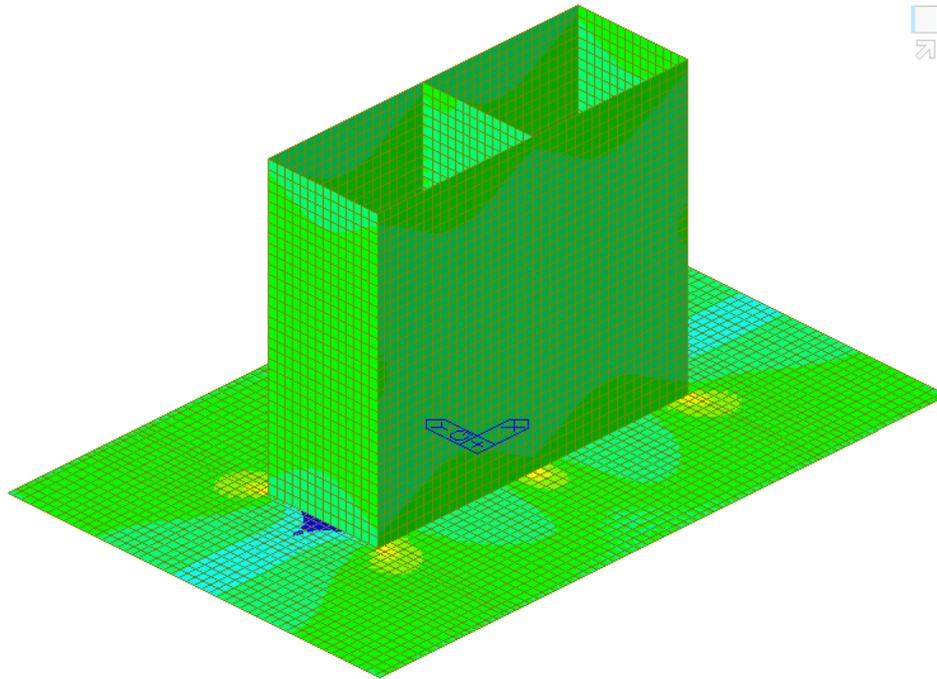
GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

MOMENT-Myy

Blue	182.30
Cyan	126.18
Green	70.07
Light Green	0.00
Yellow-Green	-42.16
Yellow	-98.27
Orange	-154.39
Red-Orange	-210.50
Red	-266.61
Dark Red	-322.73
Dark Red	-378.84
Dark Red	-434.96

ST: RITIRO
ELEMENT

MAX : 1884
MIN : 5310

FILE: PILA_9
UNIT: kN³m/m
DATE: 03/17/2021

VIEW-DIRECTION

X: -0.612

Y: -0.612

Z: 0.500

Figura 38 – Myy

5.5.2 Termica differenziale

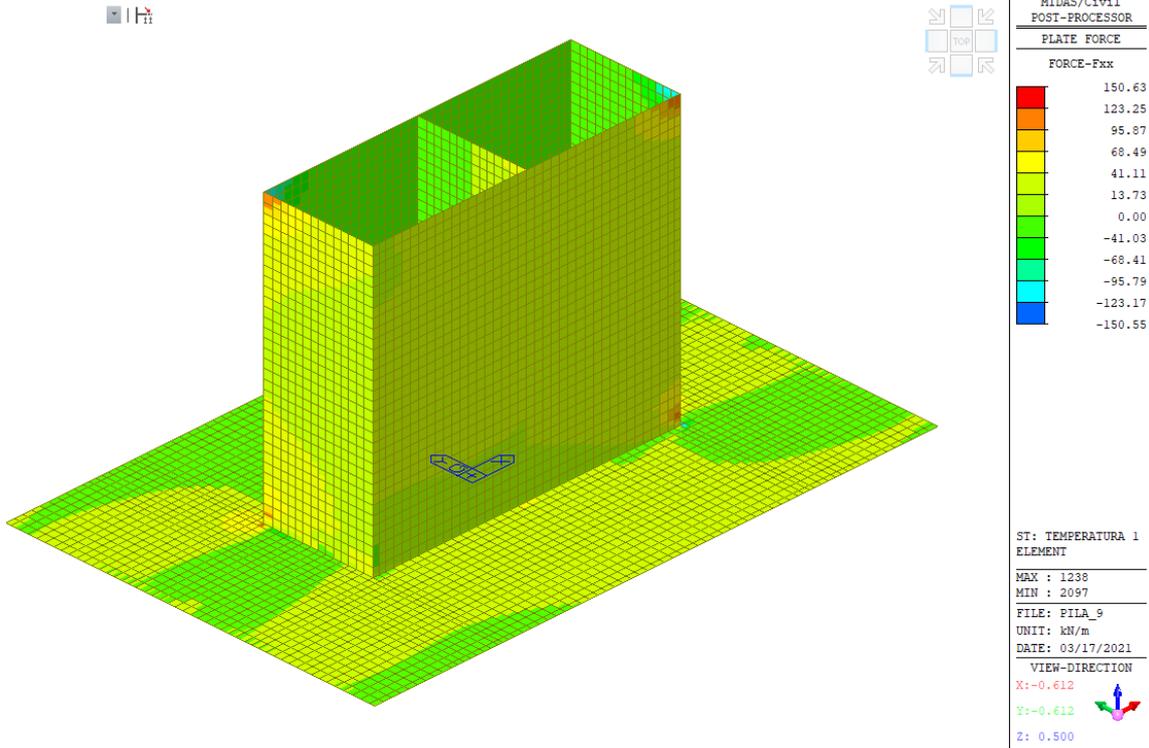


Figura 39 – Fxx

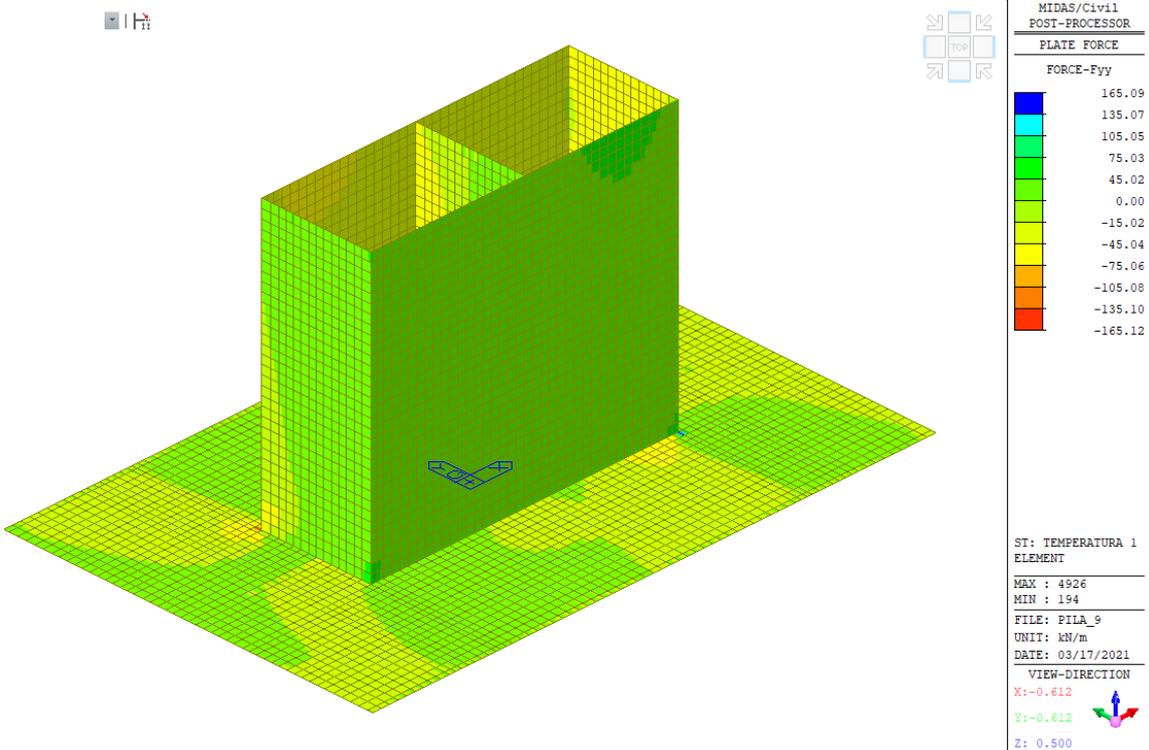


Figura 40 – Fyy

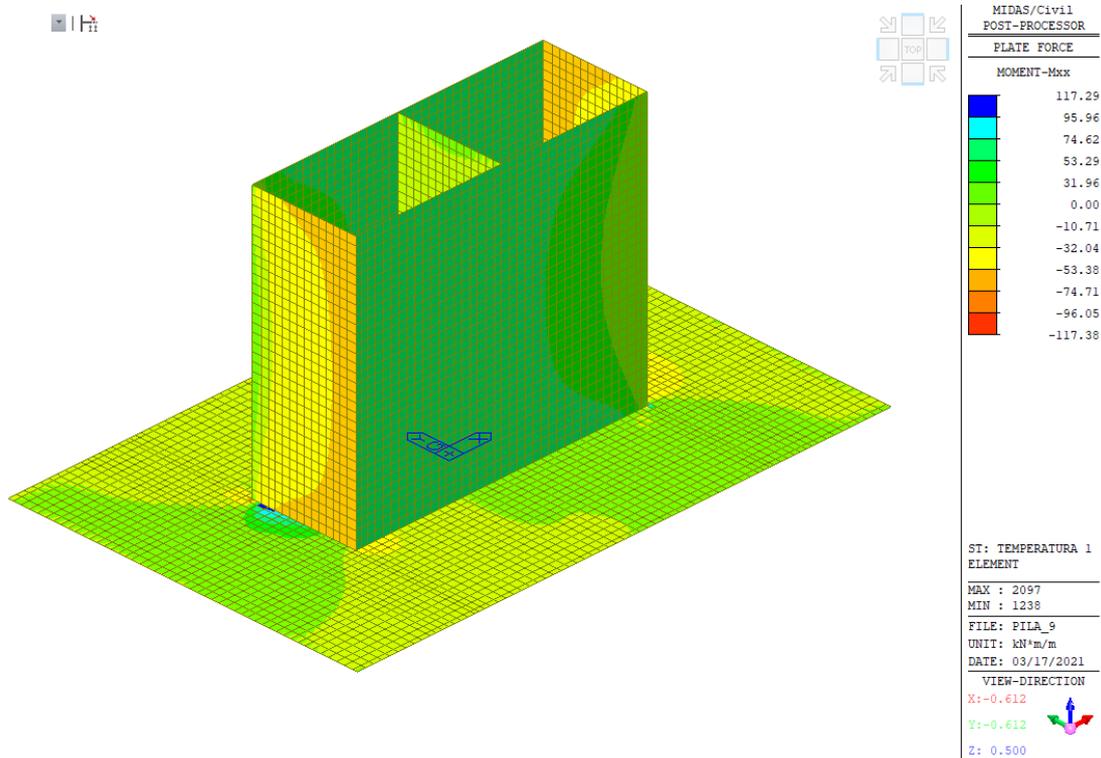
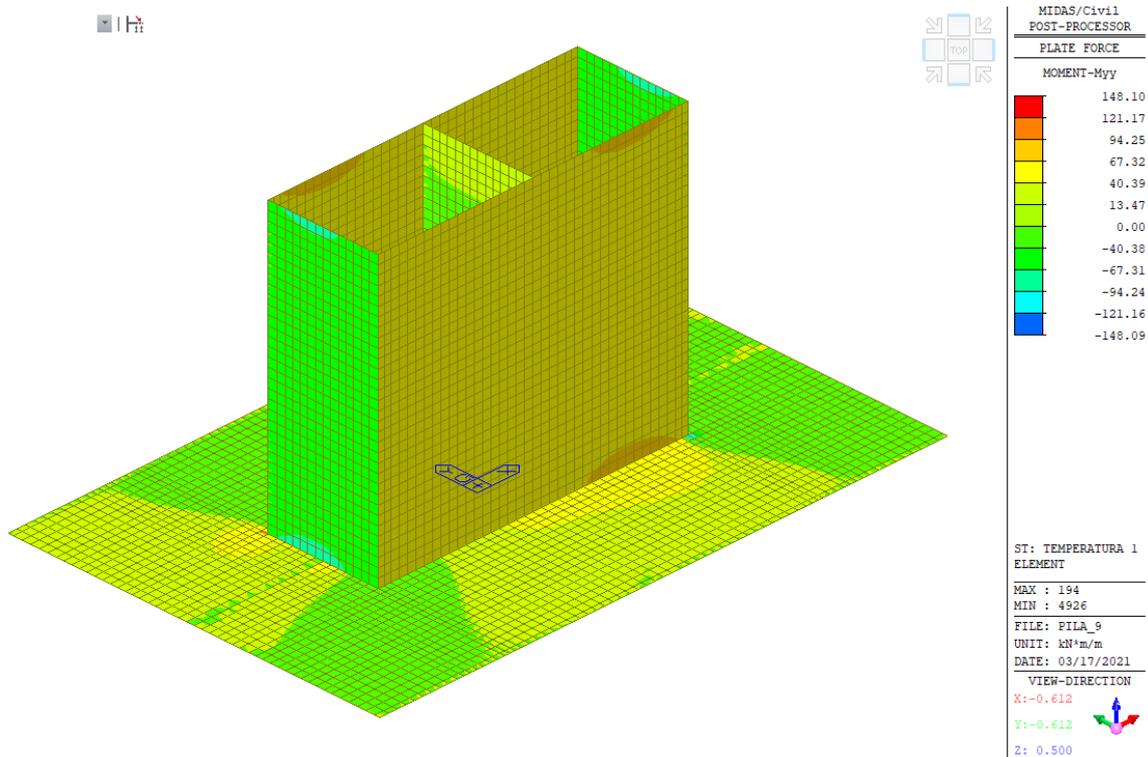


Figura 41 – Mxx



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

Figura 42 – Myy

5.5.3 Termica uniforme

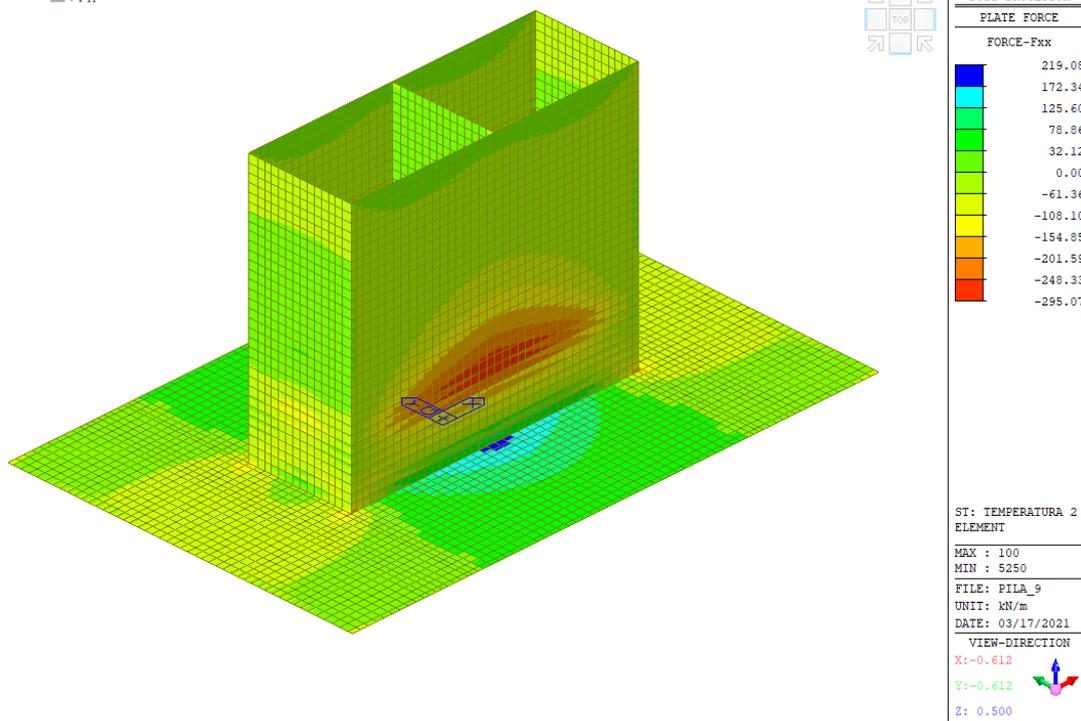


Figura 43 – Fxx

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

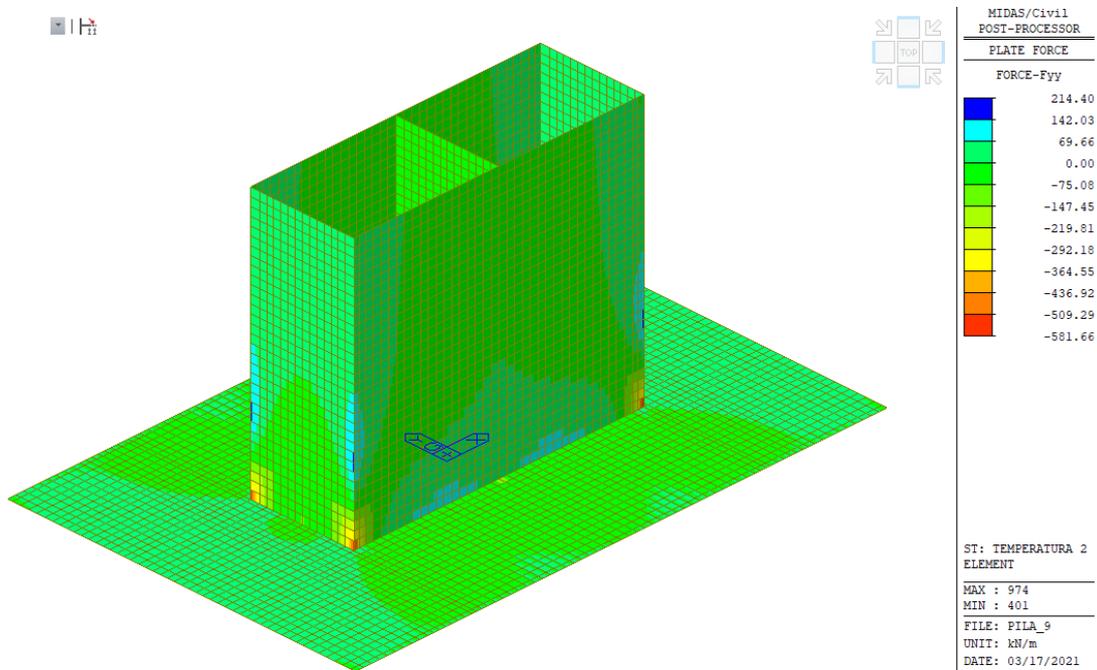


Figura 44 – Fyy

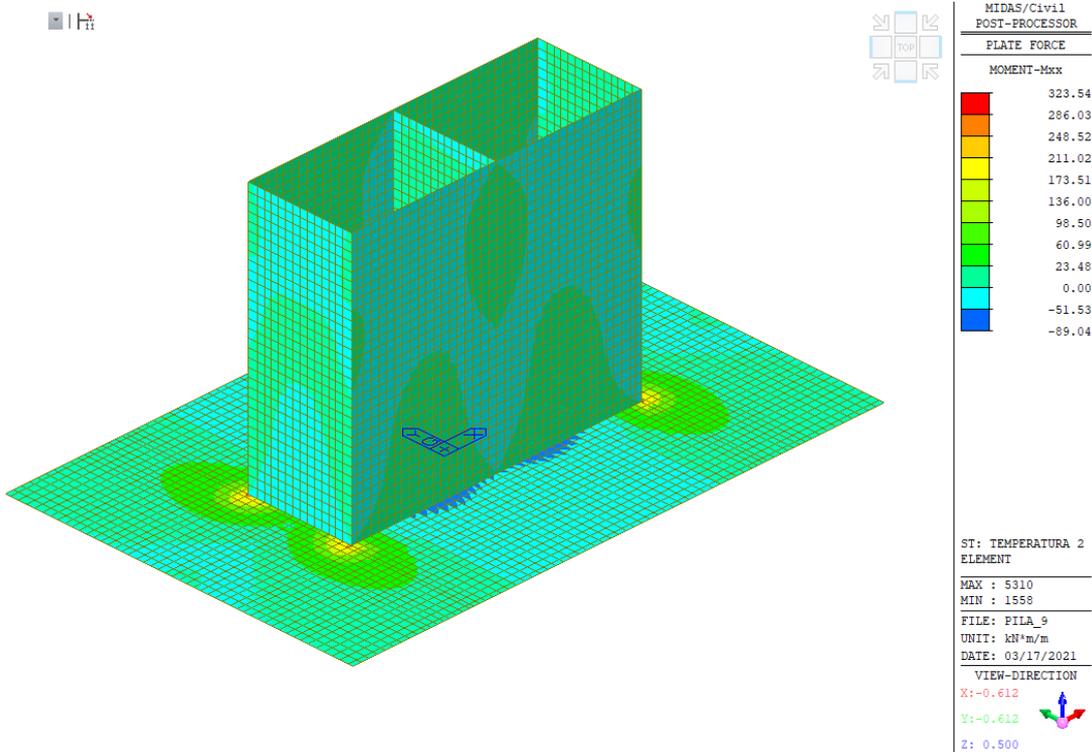


Figura 45 – Mxx

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>10</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

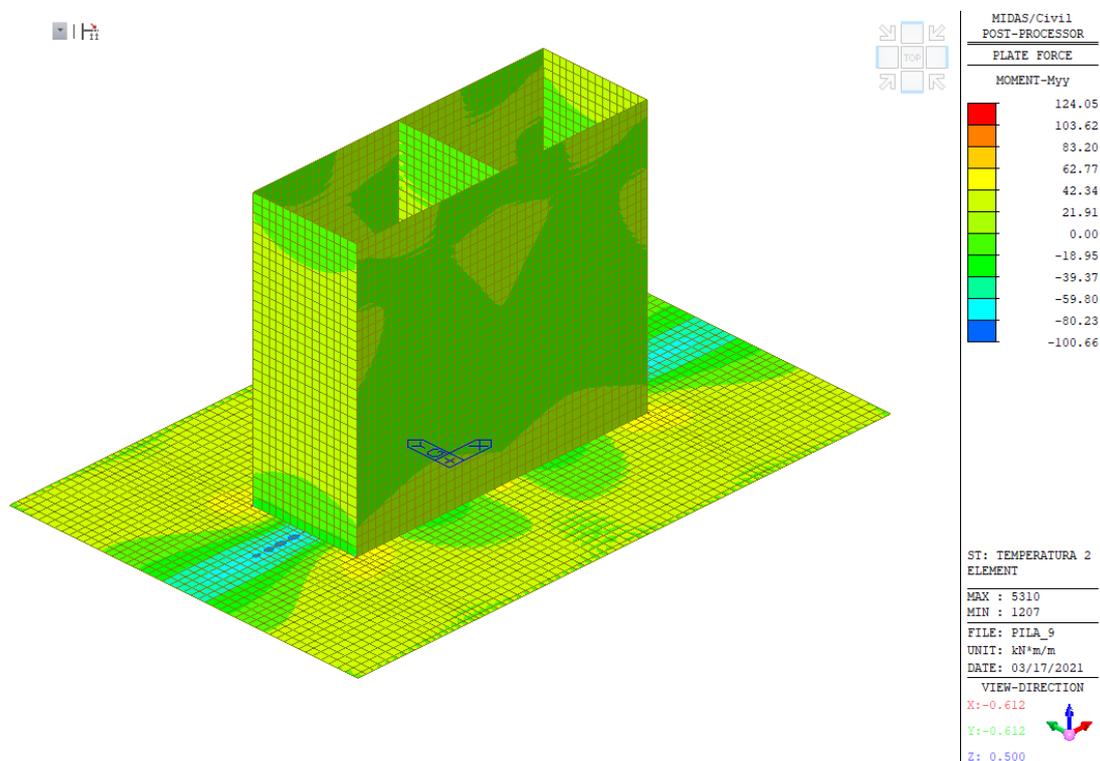


Figura 46 – Myy

5.6 Verifiche

Sono state considerate delle section-cut nel modello, sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, al fine determinare le sollecitazioni indotte da ritiro e termica.

L'armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni derivanti da questi effetti è stata quindi verificata mediante l'ausilio del programma RC-SEC, considerando una sezione di larghezza unitaria e spessore pari a quello della pila cava. È stato determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro; tale contributo è stato poi sottratto alle armature realmente presenti, lasciando invariato il numero di barre d'armatura ma attribuendo loro un diametro equivalente.

5.6.1 Armatura verticale

Si riportano le section cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, e i valori ottenuti riportando le forze risultanti ad una sezione di 1 metro.

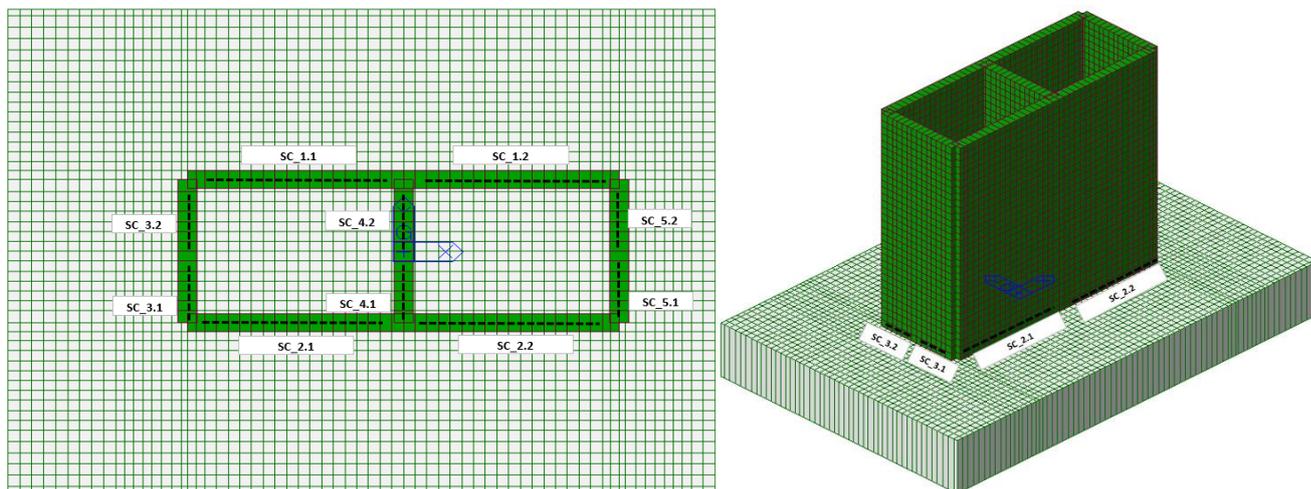


Figura 47 – Section cut per la verifica delle armature verticali

Setto 1.1_1.2_2.1_2.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-7	9
Estate	9	23
Inverno	-9	-23
Rit.sempl_Estate	1	32
Rit.sempl_Inverno	-16	-14

Setto 3.1_3.2_5.1_5.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	60	20
Estate	-60	18
Inverno	60	-18
Rit.sempl_Estate	0	37
Rit.sempl_Inverno	119	2

Setto 4.1_4.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-78	0
Estate	69	0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

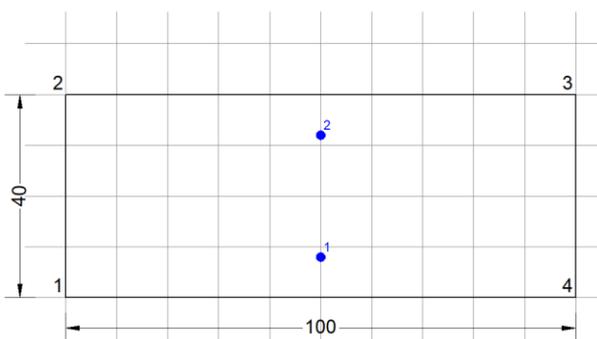
EI2CLVI0004001

A

Inverno	-69	0
Rit.sempl_Estate	-9	0
Rit.sempl_Inverno	-147	0

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC 3.1-3.2-5.1-5.2; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro.

Nome sezione: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=9.5m



Si riporta quindi la verifica con RC-SEC della sezione più sollecitata.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=9.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-60.00	20.00	0.00	-59.99	27.23	0.00	1.36
2	N	60.00	18.00	0.00	60.16	49.94	0.00	2.77
3	N	-60.00	-18.00	0.00	-59.99	-27.23	0.00	1.51
4	N	0.00	37.00	0.00	0.00	38.71	0.00	1.05
5	N	-119.00	2.00	0.00	-118.97	15.80	0.00	7.90

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00230	50.0	40.0	-0.01515	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
2	0.00350	-50.0	40.0	-0.01212	0.0	32.0	-0.05898	0.0	8.0
3	0.00230	-50.0	0.0	-0.01515	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
4	0.00307	-50.0	40.0	-0.01458	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
5	0.00169	50.0	40.0	-0.01561	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002181103	-0.084948822	----	----
2	0.000000000	0.001952344	-0.074593750	----	----
3	0.000000000	-0.002181103	0.002295288	----	----
4	0.000000000	0.002205208	-0.085141663	----	----
5	0.000000000	0.002162144	-0.084797150	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

5.6.2 Armatura orizzontale

Si riportano le section cut di 1m considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale.

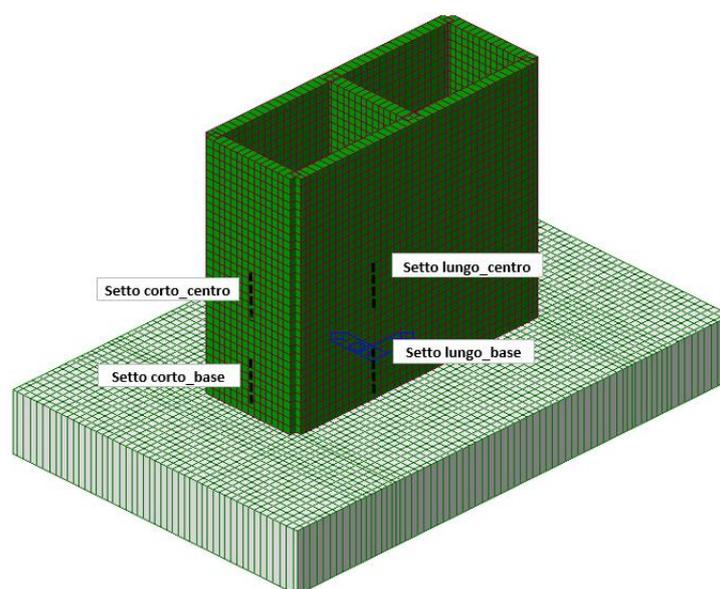


Figura 48 – Section cut per la verifica delle armature orizzontali

Setto corto_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-28	0
Estate	14	-28
Inverno	-14	28
Rit.sempl_Estate	-14	-28
Rit.sempl_Inverno	-43	28

Setto lungo_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	46	0
Estate	-30	-28
Inverno	30	28
Rit.sempl_Estate	16	-28
Rit.sempl_Inverno	75	28

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

Setto corto_base

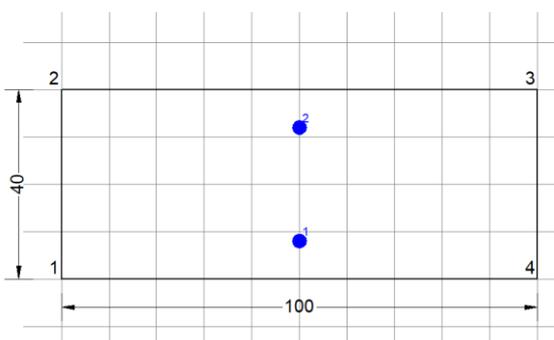
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	290	-7
Estate	-4	-25
Inverno	4	25
Rit.sempl_Estate	286	-32
Rit.sempl_Inverno	294	18

Setto lungo_base

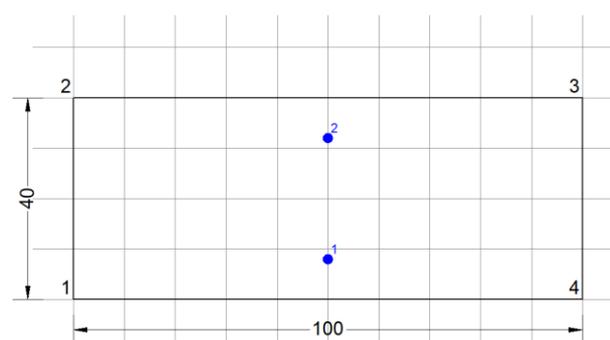
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	371	-2
Estate	-1	-27
Inverno	1	27
Rit.sempl_Estate	370	-29
Rit.sempl_Inverno	372	24

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC "Setto lungo base" e "Setto lungo centro"; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro:

Nome sezione: Setto_lato lungo_base_H=9.5m



Nome sezione: Setto_lato lungo_centro_H=9.5m



Si riporta quindi la verifica con RC-SEC delle sezioni più sollecitate:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

SETTO LUNGO BASE

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_base_H=9.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	29.5
2	0.0	32.0	29.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-371.00	-2.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	-27.00	0.00	0.00	0.00
3	-1.00	27.00	0.00	0.00	0.00
4	-370.00	-29.00	0.00	0.00	0.00
5	-372.00	24.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 21.1 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	S	-371.00	-2.00	0.00	-371.25	-31.95	0.00	15.98
2	S	1.00	-27.00	0.00	1.27	-99.07	0.00	3.67
3	S	-1.00	27.00	0.00	-1.13	98.66	0.00	3.65
4	S	-370.00	-29.00	0.00	-370.15	-32.16	0.00	1.11
5	S	-372.00	24.00	0.00	-371.79	31.85	0.00	1.33

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00275	50.0	0.0	-0.01481	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
2	0.00350	-50.0	0.0	-0.00416	0.0	8.0	-0.02714	0.0	32.0
3	0.00350	50.0	40.0	-0.00420	0.0	32.0	-0.02731	0.0	8.0
4	0.00276	-50.0	0.0	-0.01481	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
5	0.00275	50.0	40.0	-0.01482	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI0004001</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	10	EI2CLVI0004001	A
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	10	EI2CLVI0004001	A						

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.002195322	0.002750305	----	----
2	0.000000000	-0.000957483	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000962686	-0.035007446	----	----
4	0.000000000	-0.002195593	0.002758972	----	----
5	0.000000000	0.002195187	-0.085061493	----	----

SETTO LUNGO CENTRO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_centro_H=9.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	19
2	0.0	32.0	19

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-46.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	30.00	-28.00	0.00	0.00	0.00
3	-30.00	28.00	0.00	0.00	0.00
4	-16.00	-28.00	0.00	0.00	0.00
5	-75.00	28.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	22.1 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-46.00	0.00	0.00	-46.05	34.26	0.00	999.00
2	N	30.00	-28.00	0.00	30.02	-48.58	0.00	1.74
3	N	-30.00	28.00	0.00	-30.04	37.28	0.00	1.33
4	N	-16.00	-28.00	0.00	-15.77	-39.98	0.00	1.43
5	N	-75.00	28.00	0.00	-74.81	28.76	0.00	1.03

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00285	50.0	40.0	-0.01474	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
2	0.00350	-50.0	0.0	-0.01240	0.0	8.0	-0.06011	0.0	32.0
3	0.00299	50.0	40.0	-0.01463	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
4	0.00314	-50.0	0.0	-0.01452	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
5	0.00242	50.0	40.0	-0.01506	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002198437	-0.085087494	----	----
2	0.000000000	-0.001987726	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.002202906	-0.085123245	----	----
4	0.000000000	-0.002207375	0.003135986	----	----
5	0.000000000	0.002184895	-0.084979156	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	10	EI2CLVI0004001
				A

5.7 Diametri equivalenti

Si riportano delle tabelle riepilogative con i diametri equivalenti utilizzati successivamente nelle verifiche a pressoflessione e a taglio delle pile.

Pila_armatura verticale

armatura/m		
n/m	f(mm)	As (mm ²)
10	20	31.4
0	0	0.0
2	18	5.1
-	-	26.3
10	18.3	26.3

armatura base
armatura secondaria
armatura rit + temp.
armatura residua
armatura equivalente

Pila_armatura orizzontale centro

Armatura/m		
<i>Diametro</i>	14	
<i>Passo</i>	150	
<i>Bracci</i>	2	
n/m	f(mm)	As (mm ²)
13.3	14	20.5
0	0	0.0
2	19	5.7
-	-	14.9
13.3	11.9	14.8

armatura base
armatura secondaria
armatura rit + temp
armatura residua
armatura equivalente

Pila_armatura orizzontale_base

Armatura/m		
<i>Diametro</i>	16	
<i>Passo</i>	150	
<i>Bracci</i>	2	
n/m	f(mm)	As (mm ²)
13.3	16	26.8
0	0	0.0
2	29.5	13.7
-	-	13.1
13.3	11.2	13.1

armatura base
armatura secondaria
armatura rit + temp
armatura residua
armatura equivalente

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

6. PILE 9.5m < H <= 10.5m

Nel seguito si riportano le considerazioni e i calcoli relativi alle pile di altezza 9.5m < h <=10.5m.

6.1 Geometria

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava, costante su tutta l'altezza, di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m. Per questa tipologia di pile sono presenti diversi plinti di fondazione, le cui dimensioni però non influenzano in maniera significativa le analisi. Pertanto, nel seguito sarà adottata la tipologia di plinto di dimensioni 16.50m x 10.8m x 2.5m.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

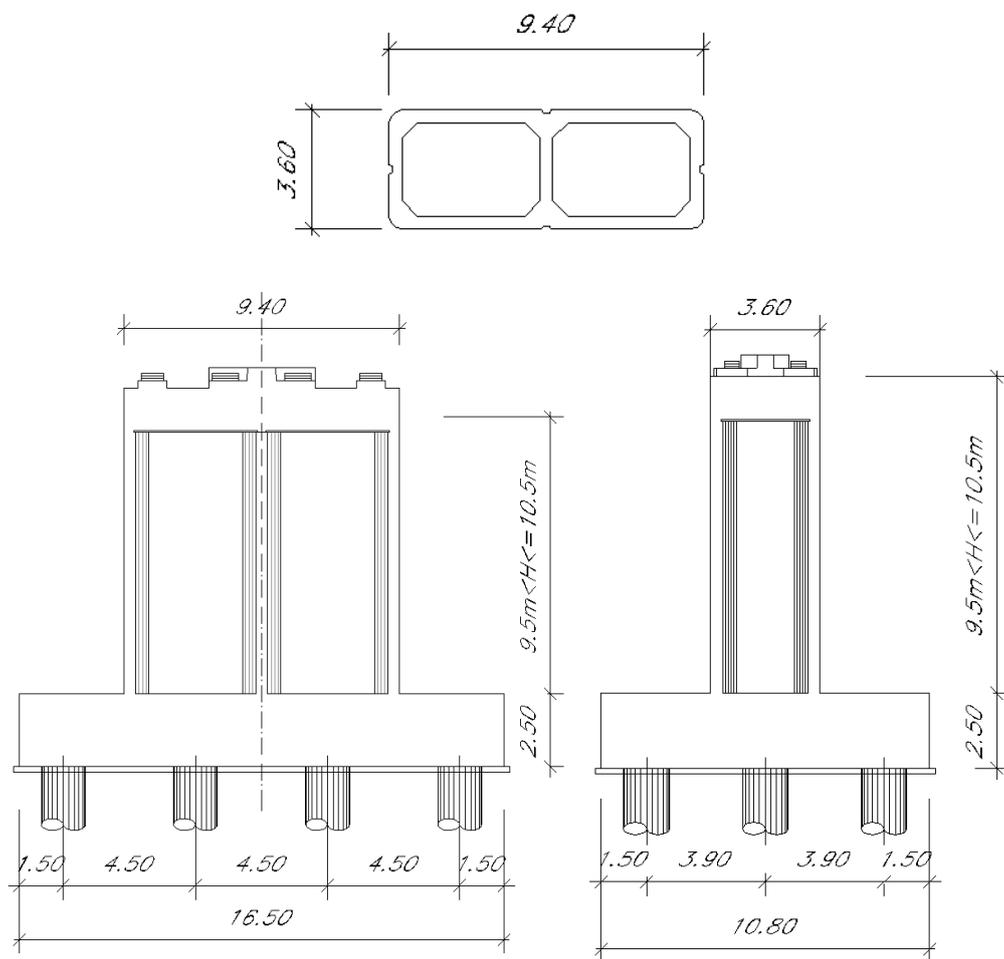


Figura 49 - Pianta e sezioni pila

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

6.2 Modello locale

Le sollecitazioni indotte dai fenomeni termici e di ritiro differenziale sono state individuate mediante un modello spaziale di pila, pulvino e fondazione, nel programma di calcolo Midas Civil.

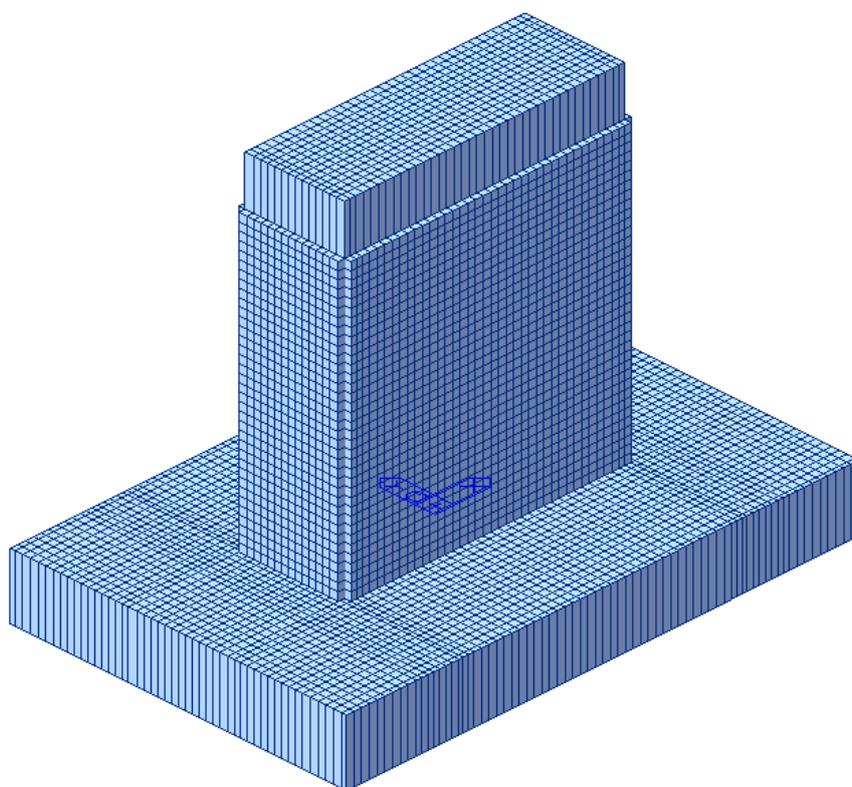


Figura 50 - Modello tridimensionale della pila

La platea di fondazione è stata modellata attraverso elementi di tipo “plate” con spessore pari a 2.5m; in maniera analoga sono stati modellati il pulvino, con uno spessore di 1.5m, ed il fusto della pila cava, costituito da setti di spessore pari a 0.4m.

Agli elementi “plate” che costituiscono la fondazione è stato assegnato un calcestruzzo C25/30, mentre sia per la pila che per il pulvino si è utilizzato un calcestruzzo C32/40.

La struttura è stata vincolata in modo da garantire la libera deformazione dell’elemento di fondazione. Le sollecitazioni che nascono a causa dei fenomeni termici e di ritiro differenziale nel fusto della pila non saranno quindi influenzate da vincoli esterni, ma esclusivamente dall’incastro offerto dalla platea.

Di seguito si riporta un’immagine dello schema di vincolo adottato.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	10	EI2CLVI0004001	A

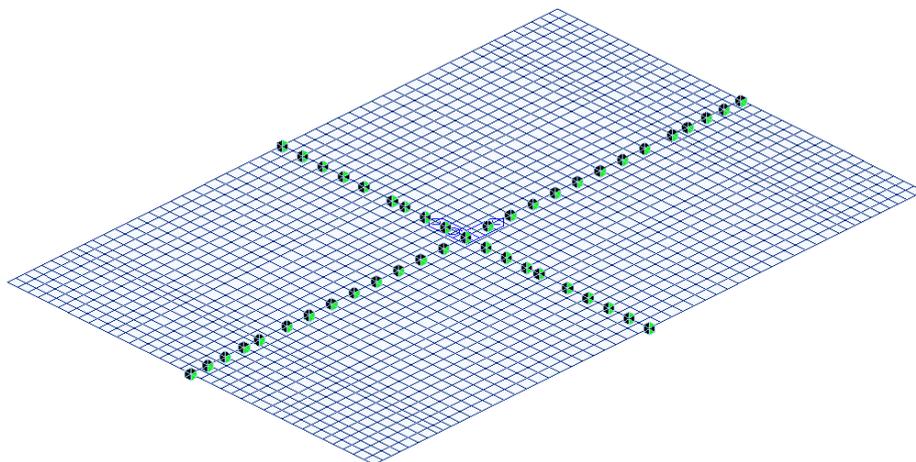


Figura 51 - Schema di vincolo

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

6.3 Azioni di progetto

Le uniche azioni considerate in questo modello locale sono il ritiro differenziale e le variazioni termiche.

6.3.1 Ritiro differenziale

Per fondazione, fusto e pulvino si hanno i seguenti sviluppi nel tempo delle deformazioni da ritiro, calcolate secondo il MODEL CODE 90.

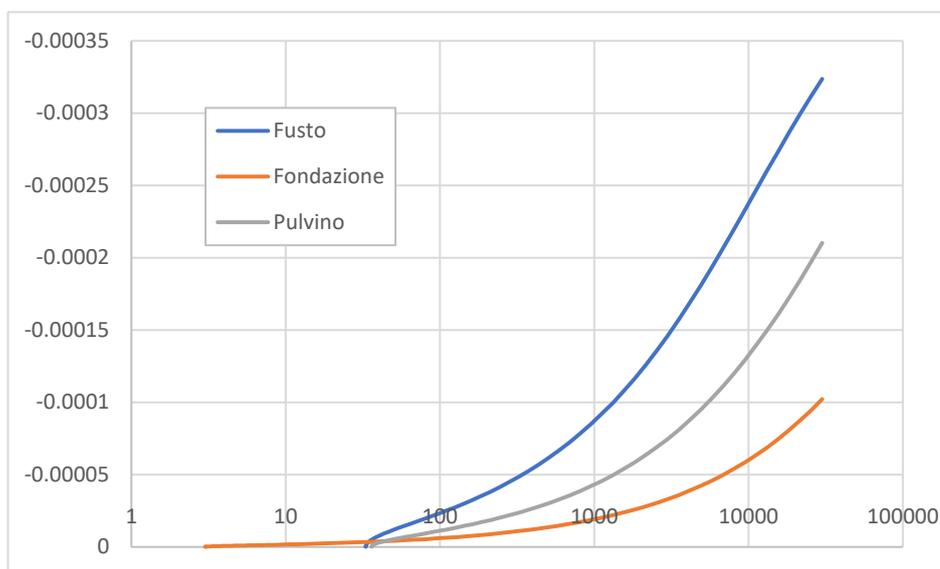


Figura 52 - Sviluppo nel tempo delle deformazioni da ritiro

Note le massime deformazioni da ritiro del fusto sono state calcolate le sollecitazioni alla base della pila in accordo con le ipotesi approssimate descritte nel §5.2.2.5.2 [1].

La presenza del plinto di fondazione parzialmente stagionato è stata quindi considerata, in un apposito modello di calcolo analogo a quello descritto in precedenza, attraverso un ritiro differenziale pari al 50% di quello a lungo termine ed un modulo elastico del fusto della pila pari ad 1/3 di quello reale.

Tale azione è stata applicata come una variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

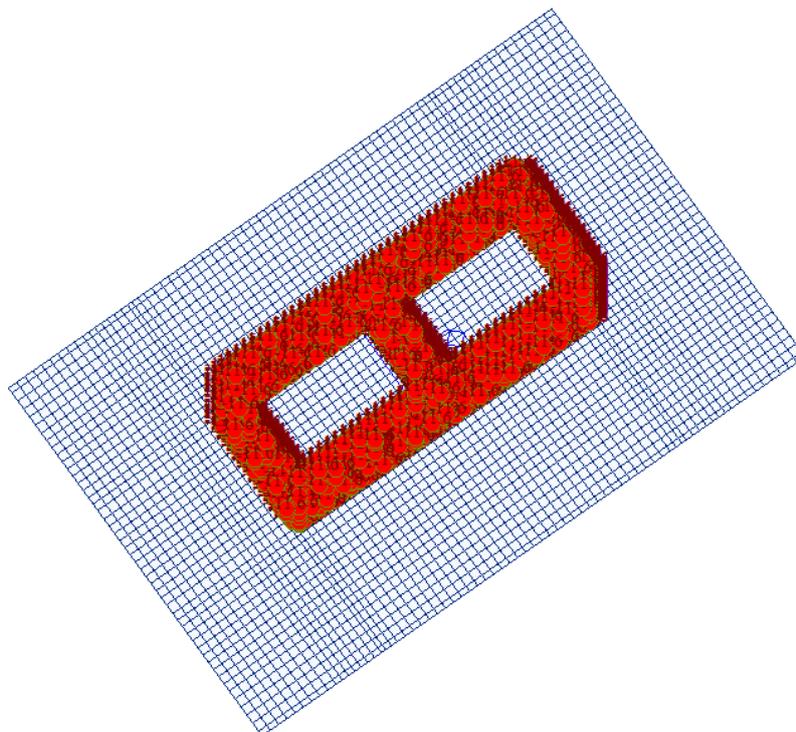


Figura 53 – Applicazione della variazione termica equivalente alla deformazione da ritiro

6.3.2 *Variazione termica*

In aggiunta agli effetti del ritiro differenziale sono stati analizzati, per mezzo dello stesso modello di calcolo, quelli dovuti ai fenomeni termici, in accordo sempre con le prescrizioni del “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”. Sono state quindi considerate due differenti componenti della temperatura:

- Differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della pila cava pari a 10 °C, considerando un modulo elastico del calcestruzzo non ridotto;
- Variazione termica uniforme fra il fusto della pila e la zattera interrata pari a 5 °C, con una variazione lineare tra l'estradosso della zattera di fondazione ed un'altezza di 2 m, ovvero pari a cinque volte lo spessore della pila cava.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

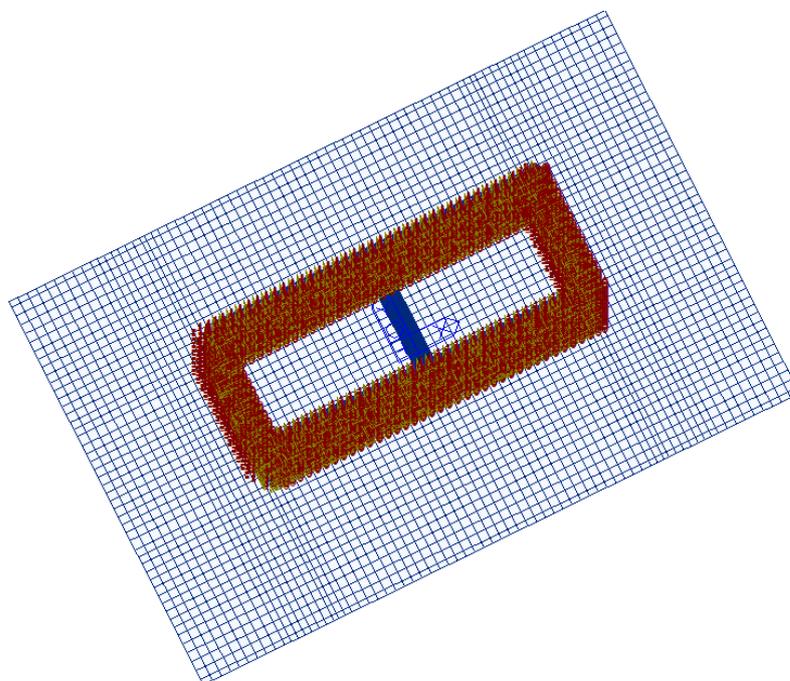


Figura 54 – Applicazione della differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno

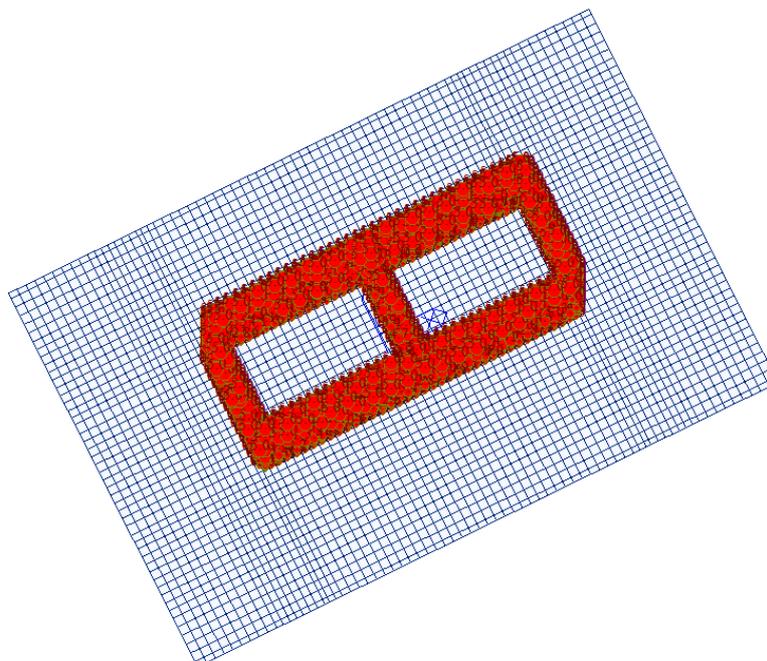


Figura 55 – Applicazione della termica uniforme

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>10</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0004001</p>	<p>A</p>

6.4 Combinazioni

Gli effetti di entrambe le componenti di temperatura sono stati valutati sempre in corrispondenza della base del fusto, e sono stati opportunamente combinati fra loro. In particolare, sono stati considerati due scenari, uno rappresentativo della stagione estiva ed uno di quella invernale:

- Scenario 1: superficie esterna del fusto più calda di quella interna e zattera interrata più fredda della pila;
- Scenario 2: superficie esterna del fusto più fredda di quella interna e zattera interrata più calda della pila.

Le sollecitazioni indotte dalle variazioni termiche, ridotte del 50%, sono state inoltre combinate con quelle dovute ai fenomeni di ritiro differenziale. Tale riduzione del 50% è giustificata dal fatto che nella verifica delle pile alle azioni SLV e SLU, le azioni sismiche risultano dimensionanti, pertanto la termica sarebbe combinata con un coefficiente 0.5.

Nonostante il valore massimo si abbia in corrispondenza dell'incastro di base, la variazione lungo lo sviluppo verticale del fusto risulta molto limitata.

6.5 Sollecitazioni

Si riportano le sollecitazioni di interesse indotte dai tre casi di carico applicati. Le sollecitazioni sono espresse come forze al metro; gli assi locali e la convenzione di lettura degli output degli elementi è riportata a seguire.

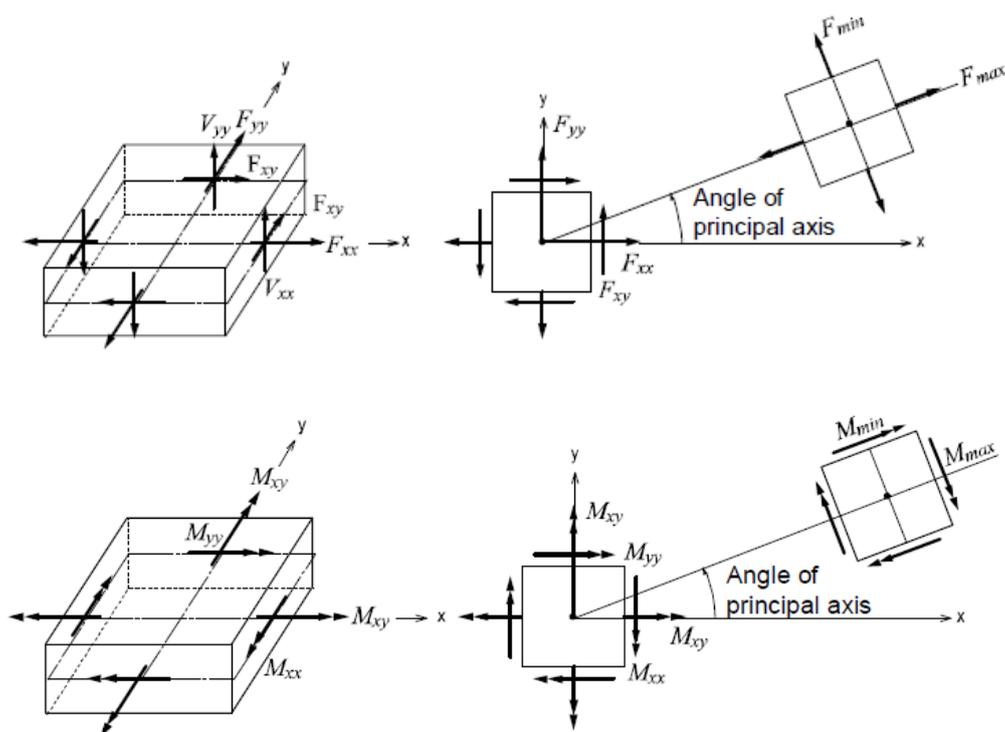


Figura 56 –Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

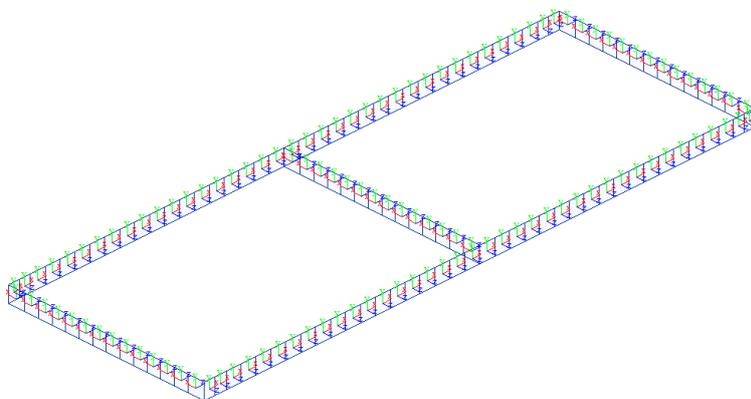


Figura 57 – assi locali per gli elementi del fusto pile

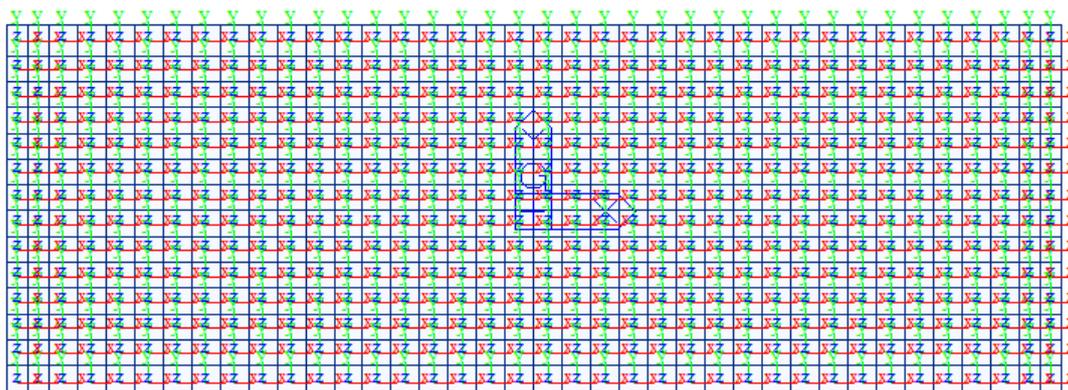


Figura 58 – assi locali per gli elementi della platea e del pulvino

6.5.1 Ritiro differenziale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

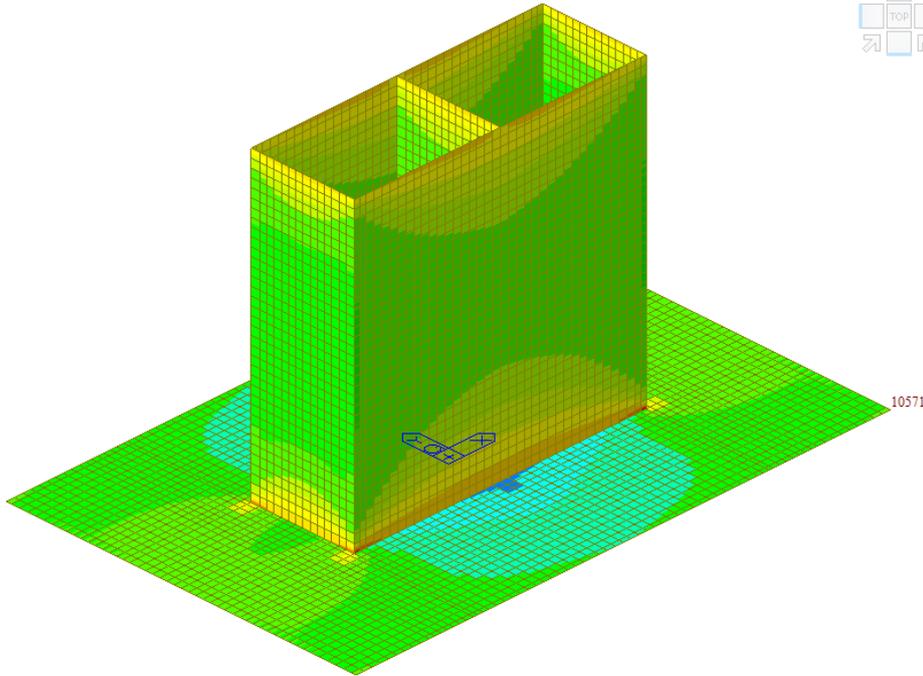


Figura 59 – Fxx

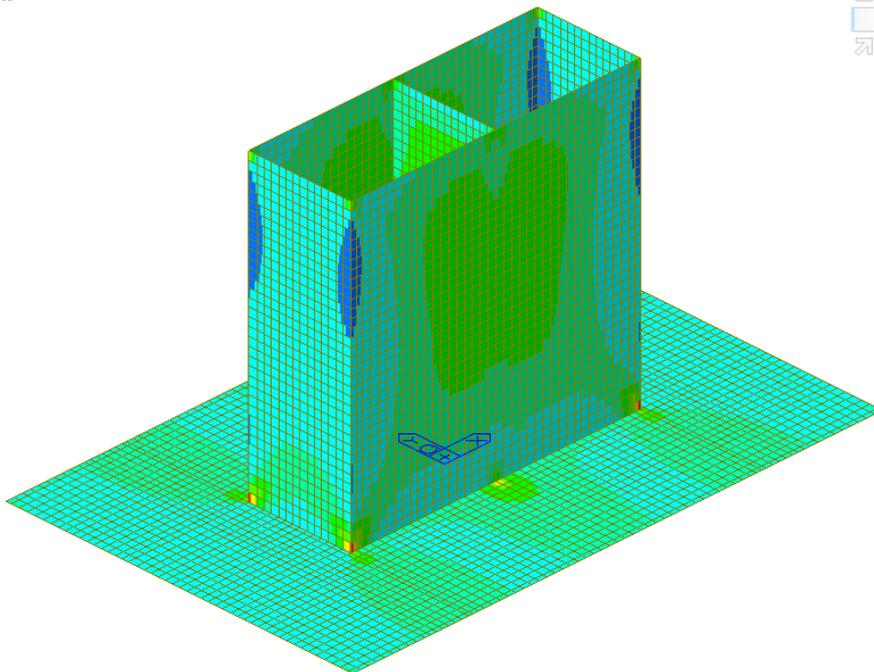


Figura 60 – Fyy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

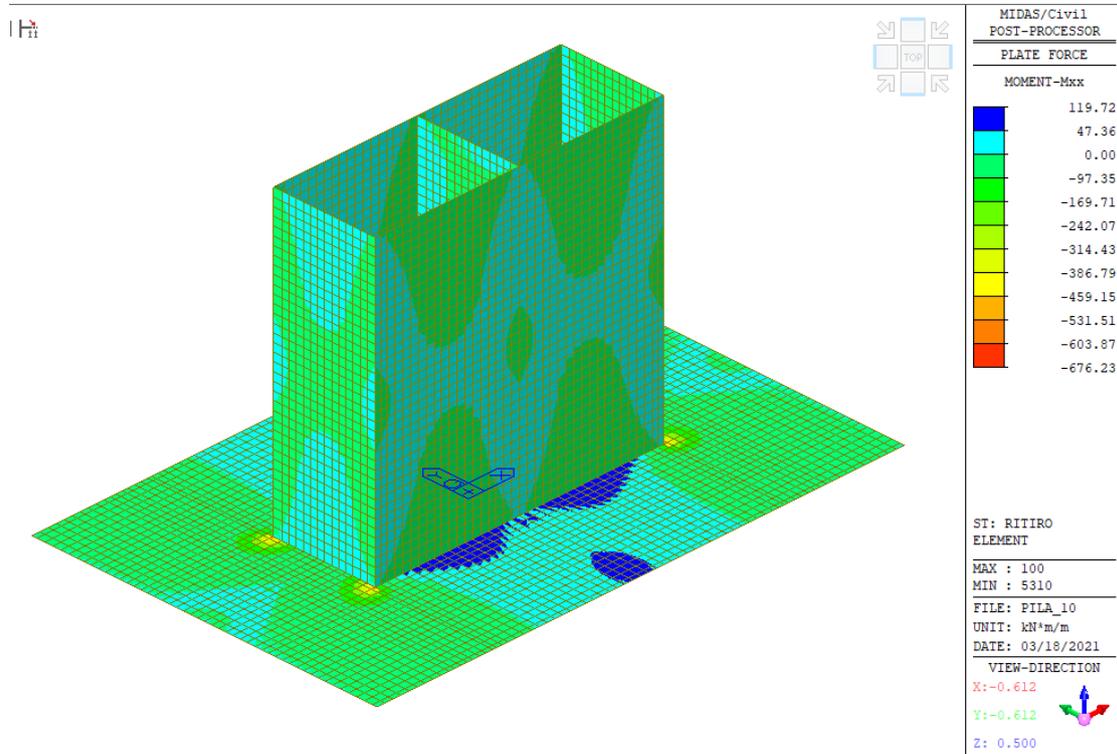


Figura 61 – Mxx

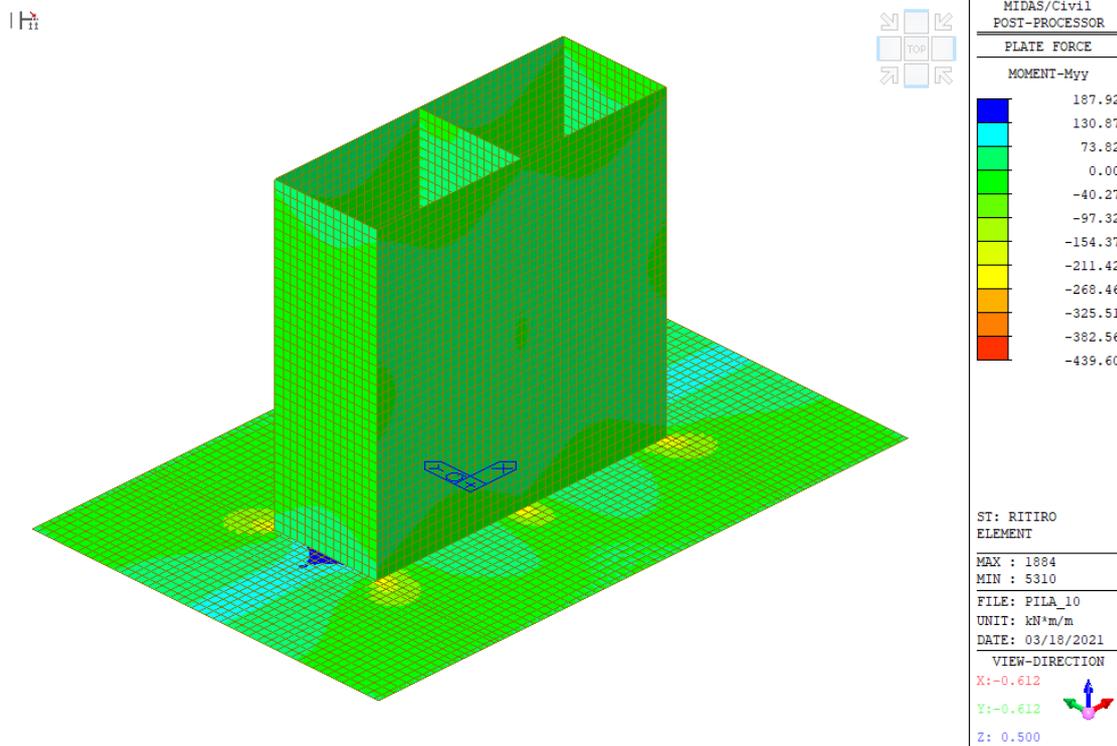
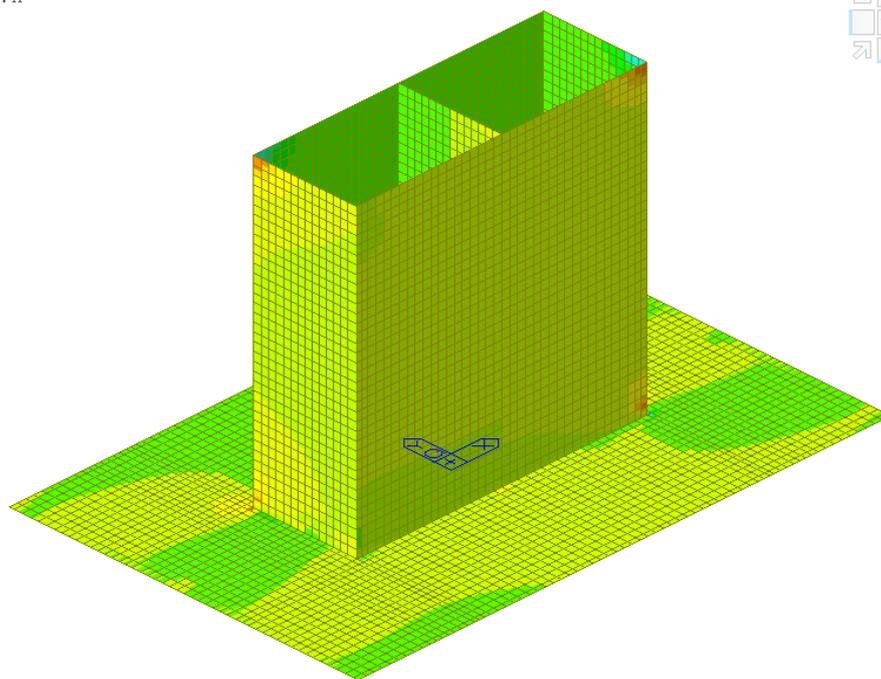


Figura 62 – Myy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

6.5.2 Termica differenziale

111



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

FORCE-Fxx

152.00
124.37
96.74
69.11
41.48
13.86
0.00
-41.40
-69.03
-96.66
-124.28
-151.91

ST: TEMPERATURA 1
ELEMENT

MAX : 1238
MIN : 2097

FILE: PILA_10
UNIT: kN/m
DATE: 03/18/2021

VIEW-DIRECTION

X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500



Figura 63 – Fxx

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Hi

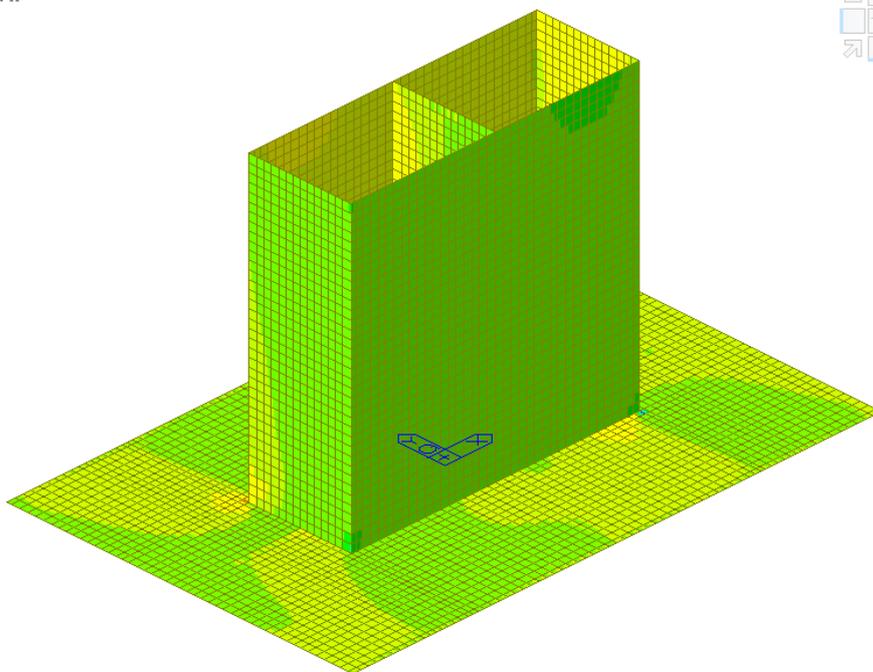


Figura 64 – Fyy

Hi

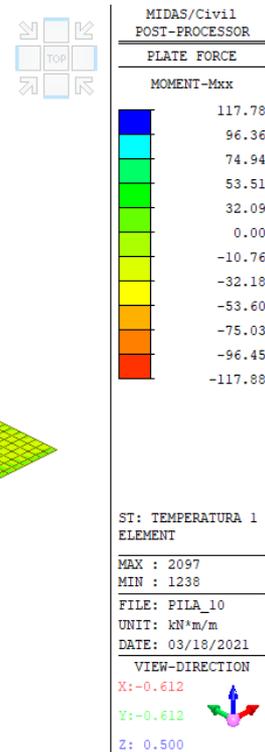
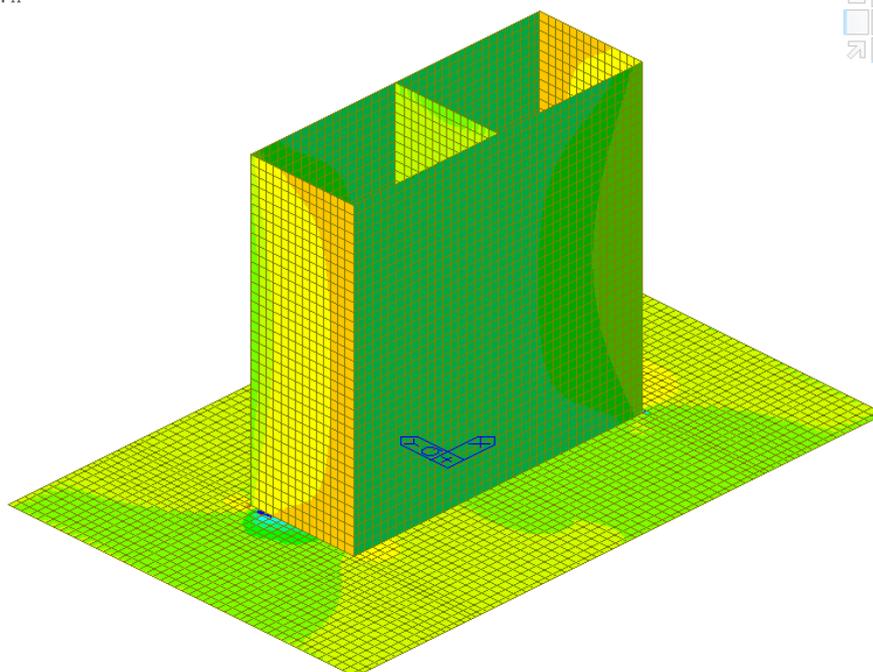


Figura 65 – Mxx

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

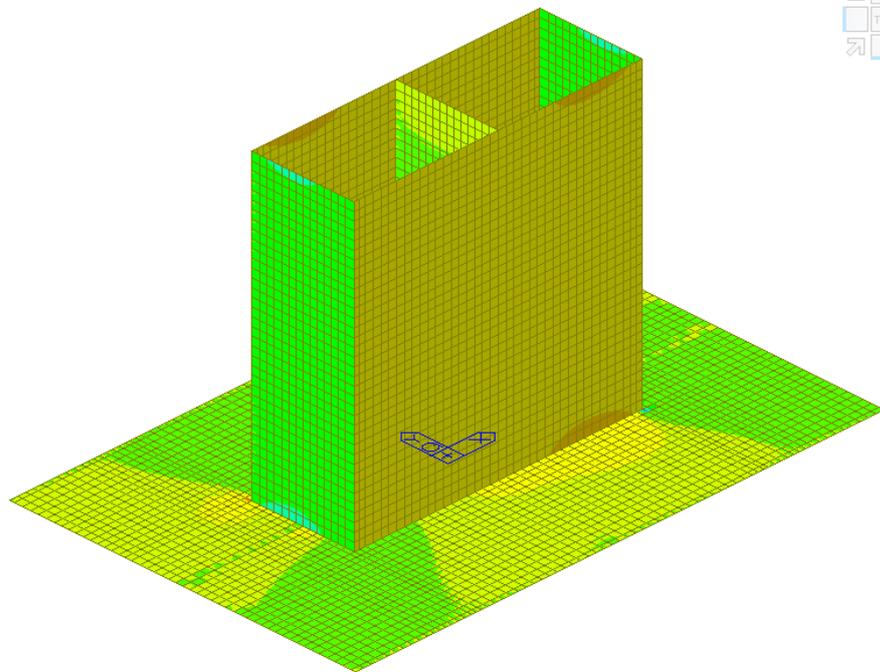
Lotto

10

Codifica

EI2CLVI0004001

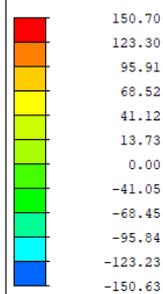
A



MIDAS/Civil
POSTI-PROCESSOR

PLATE FORCE

MOMENT-Myy



ST: TEMPERATURA 1
ELEMENT

MAX : 194
MIN : 4926

FILE: PILA_10
UNIT: kN*m/m
DATE: 03/18/2021

VIEW-DIRECTION

X: -0.612

Y: -0.612

Z: 0.500



Figura 66 – Myy

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

6.5.3 Termica uniforme

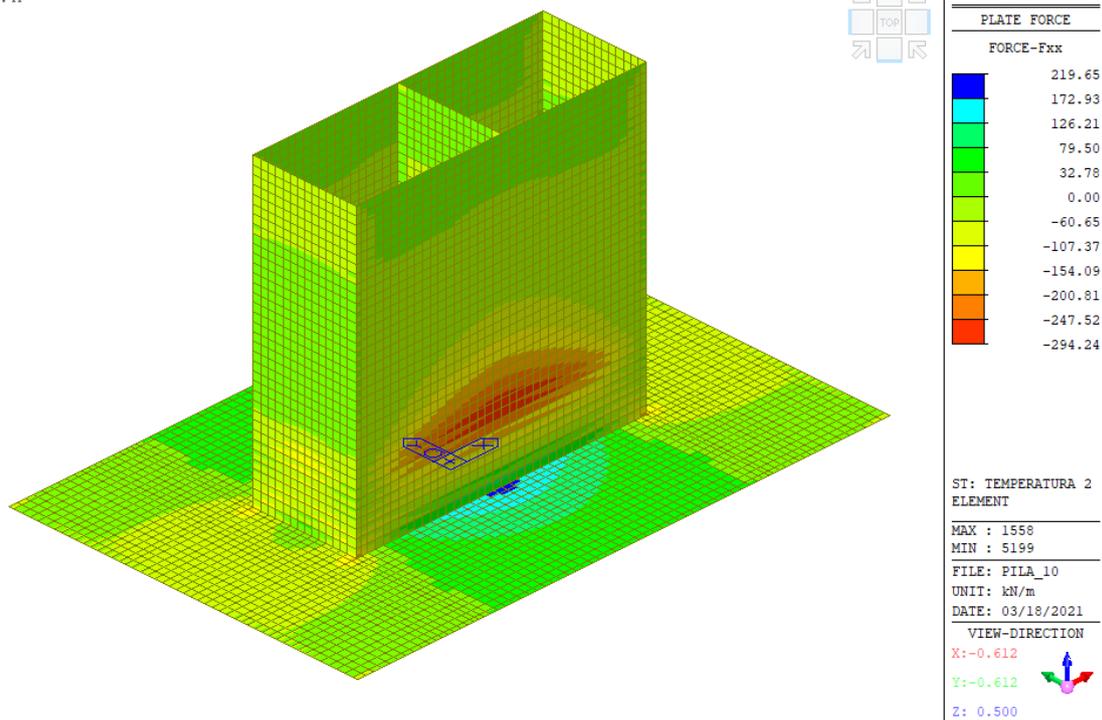


Figura 67 – Fxx

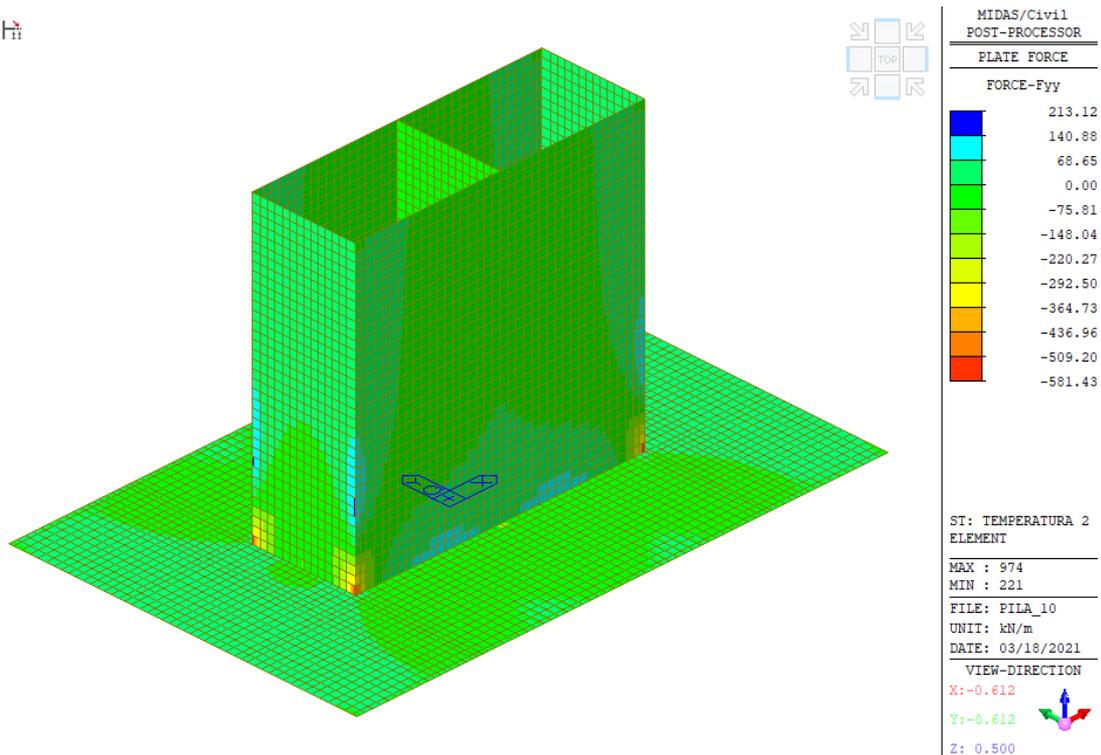
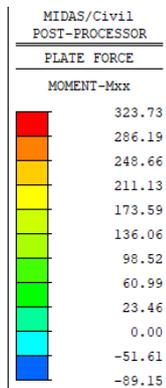
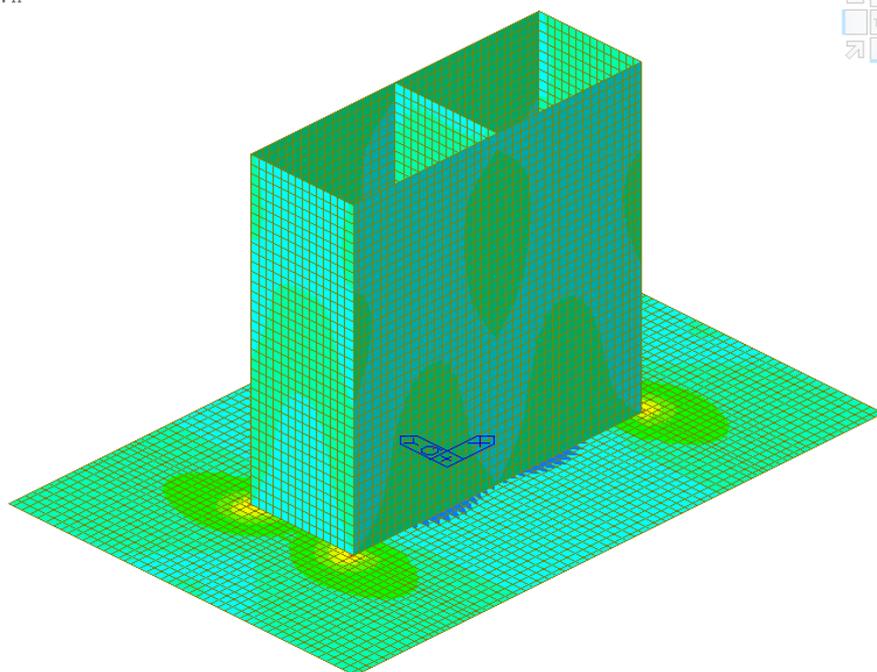


Figura 68 – Fyy

H



ST: TEMPERATURA 2
ELEMENT

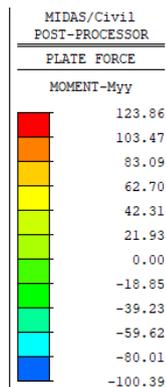
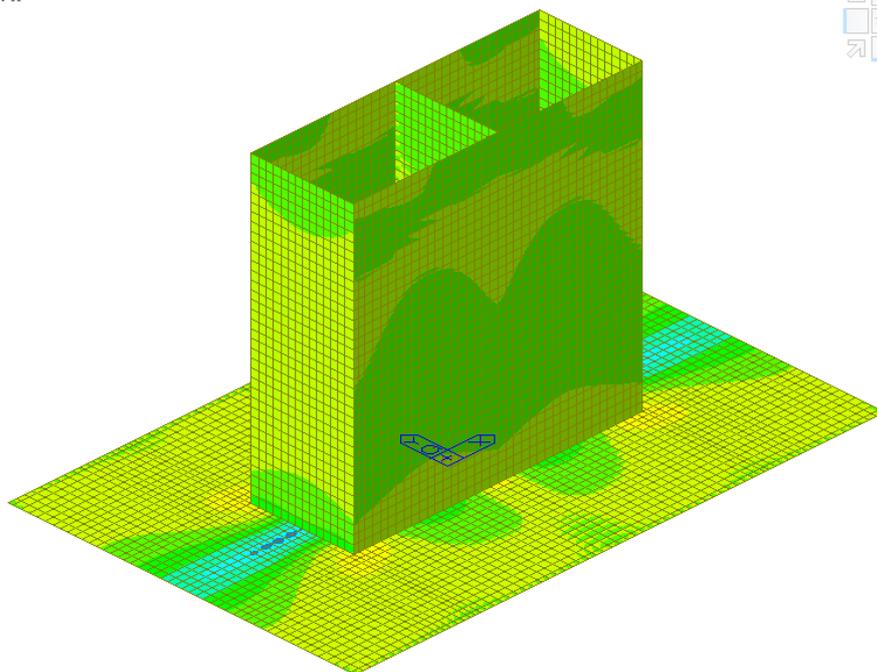
MAX : 4847
MIN : 100

FILE: PILA_10
UNIT: kN*m/m
DATE: 03/18/2021

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 69 – Mxx

H



ST: TEMPERATURA 2
ELEMENT

MAX : 4847
MIN : 1208

FILE: PILA_10
UNIT: kN*m/m
DATE: 03/18/2021

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2CLVI0004001	A

Figura 70 – Myy

6.6 Verifiche

Sono state considerate delle section-cut nel modello, sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, al fine determinare le sollecitazioni indotte da ritiro e termica.

L'armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni derivanti da questi effetti è stata quindi verificata mediante l'ausilio del programma RC-SEC, considerando una sezione di larghezza unitaria e spessore pari a quello della pila cava. È stato determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro; tale contributo è stato poi sottratto alle armature realmente presenti, lasciando invariato il numero di barre d'armatura ma attribuendo loro un diametro equivalente.

6.6.1 Armatura verticale

Si riportano le section cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, e i valori ottenuti riportando le forze risultanti ad una sezione di 1 metro.

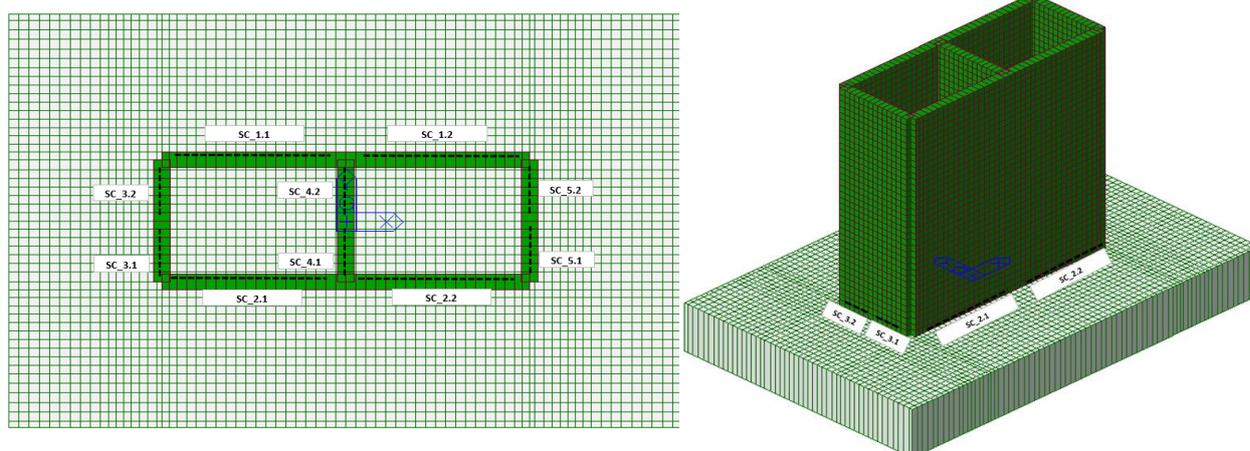


Figura 71 – Section cut per la verifica delle armature verticali

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	10	EI2CLVI0004001
				A

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-10	9
Estate	9	23
Inverno	-9	-23
Rit.sempl_Estate	-1	32
Rit.sempl_Inverno	-19	-14

Setto 3.1_3.2_5.1_5.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	72	19
Estate	-59	18
Inverno	59	-18
Rit.sempl_Estate	13	37
Rit.sempl_Inverno	131	2

Setto 4.1_4.2

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-88	0
Estate	69	0
Inverno	-69	0
Rit.sempl_Estate	-20	0
Rit.sempl_Inverno	-157	0

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC 3.1-3.2-5.1-5.2; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

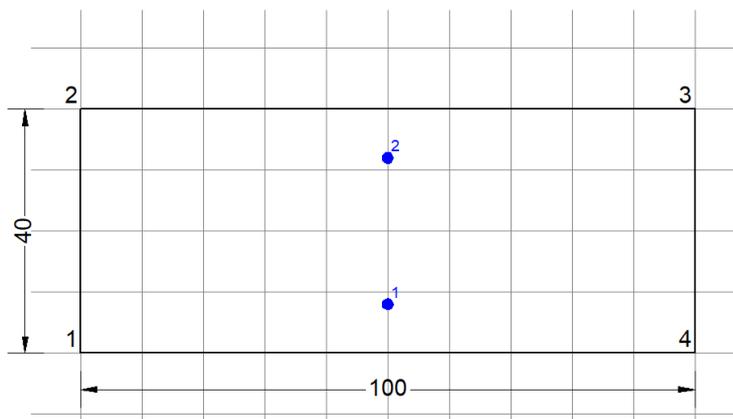
10

Codifica

EI2CLVI0004001

A

Nome sezione: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=10.5m



Si riporta quindi la verifica con RC-SEC della sezione più sollecitata.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_3.1_3.2_5.1_5.2_H=10.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resist. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa
 Resist. media a trazione fctm: 3.020 MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	10	EI2CLVI0004001
				A

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	18.5
2	0.0	32.0	18.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-72.00	19.00	0.00	0.00	0.00
2	59.00	18.00	0.00	0.00	0.00
3	-59.00	-18.00	0.00	0.00	0.00
4	-13.00	37.00	0.00	0.00	0.00
5	-131.00	2.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	22.2 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-72.00	19.00	0.00	-71.82	27.12	0.00	1.43
2	N	59.00	18.00	0.00	58.94	51.78	0.00	2.88
3	N	-59.00	-18.00	0.00	-58.88	-29.61	0.00	1.65
4	N	-13.00	37.00	0.00	-13.12	38.30	0.00	1.04
5	N	-131.00	2.00	0.00	-131.27	15.60	0.00	7.80

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00229	50.0	40.0	-0.01516	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
2	0.00350	-50.0	40.0	-0.01172	0.0	32.0	-0.05738	0.0	8.0
3	0.00249	-50.0	0.0	-0.01500	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
4	0.00304	50.0	40.0	-0.01459	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
5	0.00168	50.0	40.0	-0.01562	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002180832	-0.084946655	----	----
2	0.000000000	0.001902393	-0.072595703	----	----
3	0.000000000	-0.002187332	0.002494629	----	----
4	0.000000000	0.002204531	-0.085136246	----	----
5	0.000000000	0.002161873	-0.084794983	----	----

6.6.2 Armatura orizzontale

Si riportano le section cut di 1m considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale.

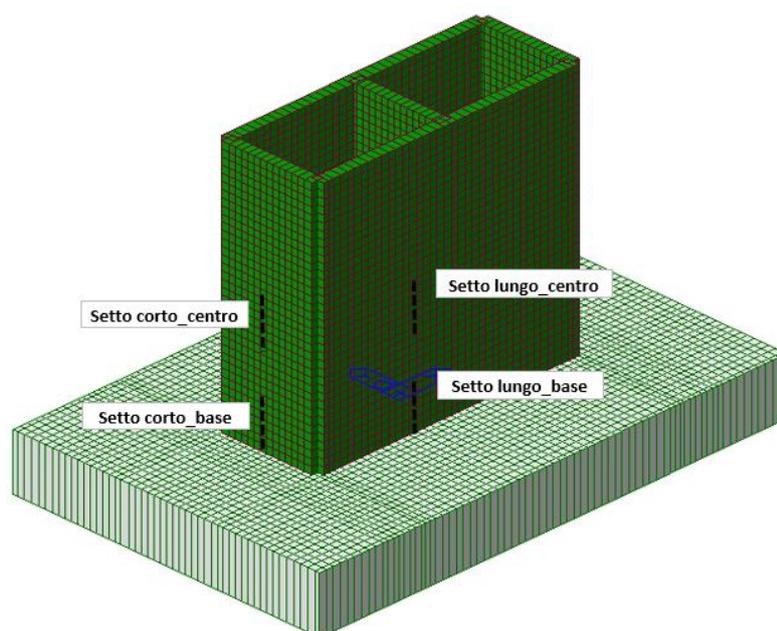


Figura 72 – Section cut per la verifica delle armature orizzontali

Setto corto_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	-19	0
Estate	11	-28
Inverno	-11	28
Rit.sempl_Estate	-8	-28
Rit.sempl_Inverno	-30	28

Setto lungo_centro

Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	24	0
Estate	-20	-28
Inverno	20	28
Rit.sempl_Estate	5	-28

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

Rit.sempl_Inverno	44	28
-------------------	----	----

Setto corto_base

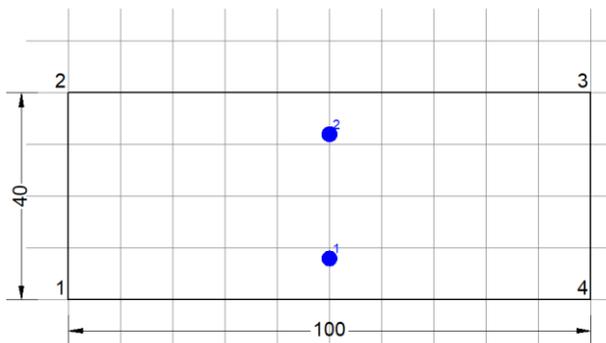
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	291	-7
Estate	-4	-25
Inverno	4	25
Rit.sempl_Estate	287	-32
Rit.sempl_Inverno	295	18

Setto lungo_base

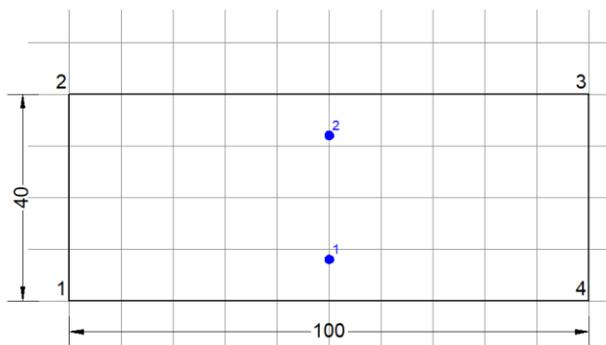
Combinazione	N	Mx
Rit.sempl.	371	-2
Estate	-1	-27
Inverno	1	27
Rit.sempl_Estate	370	-29
Rit.sempl_Inverno	372	24

Le sezioni dimensionanti sono risultate essere le SC "Setto lungo base" e "Setto lungo centro"; è stato quindi determinato il quantitativo minimo di armatura necessaria ad assorbire le sollecitazioni indotte dall'azione termica e dal ritiro:

Nome sezione: Setto_lato lungo_base_H=10.5m



Nome sezione: Setto_lato lungo_centro_H=10.5m



Si riporta quindi la verifica con RC-SEC delle sezioni più sollecitate:

SETTO LUNGO BASE

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_base_H=10.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	29.5
2	0.0	32.0	29.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-371.00	-2.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	-27.00	0.00	0.00	0.00
3	-1.00	27.00	0.00	0.00	0.00
4	-370.00	-29.00	0.00	0.00	0.00
5	-372.00	24.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.5	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.1	cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	S	-371.00	-2.00	0.00	-371.25	-31.95	0.00	15.98
2	S	1.00	-27.00	0.00	1.27	-99.07	0.00	3.67
3	S	-1.00	27.00	0.00	-1.13	98.66	0.00	3.65
4	S	-370.00	-29.00	0.00	-370.15	-32.16	0.00	1.11
5	S	-372.00	24.00	0.00	-371.79	31.85	0.00	1.33

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00275	50.0	0.0	-0.01481	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
2	0.00350	-50.0	0.0	-0.00416	0.0	8.0	-0.02714	0.0	32.0
3	0.00350	50.0	40.0	-0.00420	0.0	32.0	-0.02731	0.0	8.0
4	0.00276	-50.0	0.0	-0.01481	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
5	0.00275	50.0	40.0	-0.01482	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.002195322	0.002750305	----	----
2	0.000000000	-0.000957483	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000962686	-0.035007446	----	----
4	0.000000000	-0.002195593	0.002758972	----	----
5	0.000000000	0.002195187	-0.085061493	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

SETTO LUNGO CENTRO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Setto_lato lungo_centro_H=10.5m

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	8.0	17.5
2	0.0	32.0	17.5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	10	EI2CLVI0004001	A

N° Comb.	N	Mx	My	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y	
				Vy	Vx
1	-24.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	20.00	-28.00	0.00	0.00	0.00
3	-20.00	28.00	0.00	0.00	0.00
4	-5.00	-28.00	0.00	0.00	0.00
5	-44.00	28.00	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	22.3 cm

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

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

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.
1	N	-24.00	0.00	0.00	-24.03	32.06	0.00	999.00
2	N	20.00	-28.00	0.00	20.29	-40.43	0.00	1.44
3	N	-20.00	28.00	0.00	-19.71	32.87	0.00	1.17
4	N	-5.00	-28.00	0.00	-4.90	-35.67	0.00	1.27
5	N	-44.00	28.00	0.00	-43.84	28.25	0.00	1.01

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N° Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00275	50.0	40.0	-0.01481	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
2	0.00316	-50.0	0.0	-0.01450	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
3	0.00279	50.0	40.0	-0.01478	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0
4	0.00291	-50.0	0.0	-0.01469	0.0	8.0	-0.06750	0.0	32.0
5	0.00237	50.0	40.0	-0.01510	0.0	32.0	-0.06750	0.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002195457	-0.085063660	----	----
2	0.000000000	-0.002208187	0.003161987	----	----
3	0.000000000	0.002196541	-0.085072327	----	----
4	0.000000000	-0.002200468	0.002914978	----	----
5	0.000000000	0.002183540	-0.084968323	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A

6.7 Diametri equivalenti

Si riportano delle tabelle riepilogative con i diametri equivalenti utilizzati successivamente nelle verifiche a pressoflessione e a taglio delle pile.

Pila_armatura verticale

armatura/m			
n/m	f(mm)	As (mm ²)	
10	22	38.0	<i>armatura base</i>
0	0	0.0	<i>armatura secondaria</i>
2	18.5	5.4	<i>armatura rit + temp.</i>
-	-	32.6	<i>armatura residua</i>
10	20.4	32.7	<i>armatura equivalente</i>

Pila_armatura orizzontale centro

Armatura/m			
Diametro	14		
Passo	150		
Bracci	2		
n/m	f(mm)	As (mm ²)	
13.3	14	20.5	<i>armatura base</i>
0	0	0.0	<i>armatura secondaria</i>
2	17.5	4.8	<i>armatura rit + temp</i>
-	-	15.7	<i>armatura residua</i>
13.3	12.3	15.8	<i>armatura equivalente</i>

Pila_armatura orizzontale_base

Armatura/m			
Diametro	16		
Passo	150		
Bracci	2		
n/m	f(mm)	As (mm ²)	
13.3	16	26.8	<i>armatura base</i>
0	0	0.0	<i>armatura secondaria</i>
2	29.5	13.7	<i>armatura rit + temp</i>
-	-	13.1	<i>armatura residua</i>
13.3	11.2	13.1	<i>armatura equivalente</i>

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	10	EI2CLVI0004001	A