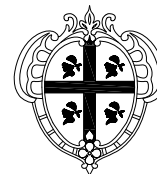




REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessoradu de sos traballos pùblicos
Assessorato dei lavori pubblici



Ente acque della Sardegna

Servizio Gestione Sud

Riassetto e risanamento funzionale del canale adduttore principale
alimentato dai laghi del medio Flumendosa - III Lotto

Risanamento funzionale dei ponti canale del Canale Principale
Adduttore alimentato dai laghi del medio Flumendosa
denominati "Guasila 1" e "Guasila 2 " in agro di Guasila

PROGETTO PRELIMINARE

PARTE F - INDAGINI E STUDI PRELIMINARI

**VALUTAZIONE DELLO STATO DI DEGRADO E VERIFICA
DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DEI PONTI CANALE
DEL CANALE PRINCIPALE ADDUTTORE
"SELEGAS, GUASILA I, GUASILA II E SEGARIU"
Modellazione numerica e definizione interventi**

redatto a cura dello Studio Associato Cofano - Porcu - 2014

Allegato

F3

file	___
rev.	00
data	24-04-2015

**Progettista
e coordinamento progettuale**
Ing. Pietro Pillai

Collaborazioni Ingegneristiche
Ing. Federica Porcheddu
Ing. Filippo Zoncheddu

Collaborazioni Tecniche
Geom. Corrado Balistreri (SPC)
Geom. Osvaldo Carta (SPC)

Il Direttore del Servizio
Ing. Felice Soda

Il Direttore Generale
Ing. Franco Ollargiu

Cagliari, maggio 2015

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1. Premessa	Pag.	2
2. Normativa	Pag.	2
3. Descrizione delle strutture	Pag.	2
4. Materiali	Pag.	4
5. Analisi storica	Pag.	4
6. Stato delle strutture	Pag.	5
7. Prove di carico	Pag.	6
8. Analisi delle strutture	Pag.	10
9. Calcolo della capacità resistente delle sezioni del canale	Pag.	12
10. Determinazione del battente utile	Pag.	13
11. Verifica globale delle travi canale nelle nuove condizioni di servizio	Pag.	14
12. Notazione sull'efficienza dei pilastri	Pag.	16
13. Proposte operative	Pag.	16

ALLEGATI

<i>Allegato A</i>	<i>Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera</i>
<i>Allegato B1</i>	<i>Risultati del calcolo FEM . Guasila 1</i>
<i>Allegato B2</i>	<i>Risultati del calcolo FEM . Guasila 2</i>
<i>Allegato B3</i>	<i>Risultati del calcolo FEM . Selegas</i>
<i>Allegato B4</i>	<i>Risultati del calcolo FEM . Segariu</i>
<i>Allegato C</i>	<i>Risultati del calcolo FEM . Modello di dettaglio</i>

1. Premessa

La presente relazione tecnica, redatta dai sottoscritti professionisti ingg. Giorgio Cofano e Mauro Porcu, iscritti all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Cagliari, rispettivamente ai numeri 3782 e 3644, componenti dello Studio Tecnico Cofano Porcu Ingegneri Associati con sede in via Favonio 18 a Cagliari, eseguita su incarico del committente Ente acque della Sardegna . Servizio Progetti e Costruzioni, espone i calcoli statici finalizzati alla verifica del grado di sicurezza strutturale di quattro ponti canale inseriti lungo il Canale Principale Adduttore alimentato dai laghi del medio Flumendosa, denominati:

- Ponte canale Guasila 1;
- Ponte canale Guasila 2;
- Ponte canale Selegas;
- Ponte canale Segariu.

In particolare, tale relazione è finalizzata a determinare le loro condizioni di sicurezza, con riferimento sia a quanto previsto dalla vigente Normativa che al loro attuale stato di conservazione.

La relazione si completa con l'indicazione di alcune possibilità d'intervento necessarie per ristabilire la sicurezza in esercizio ed una adeguata vita utile.

2. Normativa

- Decreto Min. delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 . %Nuove norme tecniche per le costruzioni+;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 . %Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni+di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

3. Descrizione delle strutture

Le strutture portanti dei quattro ponti canale in esame sono costituite da una trave longitudinale ad U, in cemento armato, con funzione di canale per l'adduzione di acque irrigue, appoggiata su telai trasversali, anch'essi in cemento armato, costituiti a loro volta da un trasverso o pulvino, da due/tre pilastri di altezza variabile e da una trave rovescia di fondazione con sezione a T rovescia.

Più nel dettaglio i singoli elementi strutturali hanno le seguenti dimensioni:

Trave canale:

- Luce di calcolo: 10,00 m, con l'eccezione delle travi di estremità del Ponte canale Selegas che sono appoggiate direttamente su suolo elastico ($c_c = 13,85$ m)

RELAZIONE TECNICA

- Larghezza interna sul fondo del canale: 5,06 m
- Altezza interna: 3,42 m
- Spessore delle pareti: Variabile tra 30 cm e 35 cm
- Spessore del fondo: Variabile tra 28 cm e 34 cm

La trave canale, provvista di elementi secondari quali passerelle, ringrossi, ecc., ha lo schema statico di semplice trave continua su più appoggi, con la parziale eccezione del Ponte canale Segariu che presenta il giunto anche in mezzeria della campata centrale. Gli appoggi sui telai sono realizzati, in conformità con le tecniche dell'epoca, mediante piastre in piombo; sono presenti, come accennato, giunti di continuità.

Trasverso/pulvino:

Elemento a sezione rettangolare di dimensioni 85x105 cm, connesso con continuità ai pilastri sottostanti.

- Luce di calcolo: 4,50 m

Pilastri:

Prevalentemente a sezione rettangolare di dimensioni 65x70 cm, connessi, come detto, al sovrastante trasverso e alla fondazione.

- Altezza: variabile in funzione dell'orografia del terreno sottostante.

Fondazione:

- Dimensioni in pianta: 6,10x2,30 m
- Anima della sezione a T rovescia: $h_{totale} = 1,25$ cm ; $b = 85$ cm
- Piattabanda inferiore di spessore variabile tra 25 cm e 50 cm
- Due sporgenze con dimensione pari a 72,5 cm

Ulteriori dettagli (numero campate, altezza pilastri, ubicazioni giunti, ecc.) sono contenute negli allegati B e C, nonché negli elaborati grafici di rilievo già consegnati all'Ente da parte dei sottoscritti.

RELAZIONE TECNICA

4. Materiali

Facendo seguito alla campagna di indagini condotta per conto dell'Ente dalla ditta Geotech, si riportano le seguenti tabelle riepilogative delle caratteristiche dei materiali.

Acciai (*)

IMPALCATO					PILASTRI - SPALLE			
	1/137	1/138	1/139	1/140	2/137	2/138	2/139	2/140
	Guasila 1	Guasila 2	Selegas	Segariu	Guasila 1	Guasila 2	Selegas	Segariu
f_y (N/mm ²)	326	222	322	331	260	260	281	358
f_t (N/mm ²)	459	326	440	442	383	337	408	489
A_{gt}	17,5 %	13,1	15,8	14,3	16,6	13,2	10,9	8,9
f_t/f_y	1,41	1,47	1,37	1,41	1,48	1,30	1,45	1,37
\varnothing_{eff} (mm)	15,8	19,7	19,4	16	21,7	23,5	15,8	11,7
\varnothing_{dic} (mm)	16,86	25,15	24,66	21,45	27,38	28,82	20,88	17,39
A_{eff}/A_{dic} *	0,88	0,61	0,62	0,56	0,63	0,66	0,57	0,45

(*) La quantità di saggi e le misure relative ai valori dei diametri residui non appaiono sufficienti a sceverare, in modo completo e definitivo, tutte le problematiche connesse alle resistenze effettive delle sezioni in c.a.

Calcestruzzi (*)

	GUASILA 1	GUASILA 2	SELEGAS	SEGARIU
Fondazione	C 25/30	(**)	(**)	C 34/41
Pilastri	C 20/24	C 12/15	C 19/23	C 19/23
Pulvino	C 20/24	C 11/13	C 17/20	C 17/21
Canale	C 15/18	C 17/20	C 20/26	C 32/39

(*) Per una più dettagliata disamina dei valori delle resistenze si veda l'allegato A.

(**) I valori determinati, dato lo esiguo numero di saggi, non risultano statisticamente significativi e necessitano di un ulteriore approfondimento di indagine.

5. Analisi storica

Le strutture dei quattro Ponti canale sono state realizzate intorno alla fine degli anni 50.

In detto periodo le opere in cemento armato erano disciplinate dal Regio Decreto 1939 - XVIII n. 2229.

A seguire si riportano, per sommi capi, le caratteristiche dei materiali (acciai e conglomerati) così come previste in detto Decreto, nonché i corrispondenti valori delle relative tensioni ammissibili.

RELAZIONE TECNICA

Acciai

	DOLCE	SEMIDURO	DURO
f_y (kg/mm ²)	~ 230	~ 270	~ 310
f_t (kg/mm ²)	420-500 (staffe: 370-450)	500-600	600-700
Allung. a rottura (%)	20	16	14
σ_{amm} (kg/cm ²)	m1400	m1800 * 2000 **	1800 * 2000 **

Calcestruzzi

$R_{c,m,28}$ (*) (kg/cm ²)	σ_c comp. (kg/cm ²)	σ_c fless.press. (kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)
120	35	40	4
160	45	50	6 $R_{c,m,28}$ ~ 160 se con staffe calcolate
180	60	60	< 14
225	60	75	< 16 $R_{c,m,28}$ ~ 160
> 225	$\sigma_c = 75 + ((R_{c,m,28} - 225)/9)$		

(*) $R_{c,m,28}$ rappresenta il valore medio della Resistenza, non il valore caratteristico.

Dalla comparazione tra le caratteristiche richieste ai materiali dal Regio Decreto e le risultanze delle prove ad oggi eseguite e di cui al precedente paragrafo, considerando altresì che nel Regio Decreto risulta assente il concetto di valore caratteristico di una grandezza ma è presente soltanto quello di valore medio, si evince che:

- i calcestruzzi risultano, in linea generale, compatibili con le caratteristiche standard e con le attese dell'epoca e quasi sempre soddisfano alle prescrizioni del Regio Decreto;
- gli acciai, in linea generale, non rientrano in nessuna delle tipologie previste nel Regio Decreto.

6. Stato delle strutture

Premesso che le strutture di cui trattasi sono state realizzate più di cinquant'anni fa, lo stato delle stesse (descritto negli elaborati a corredo della campagna di indagine e nel precedente studio del Prof. Ing. Ettore Pozzo di cui a seguire) risulta genericamente degradato, con particolare riferimento allo stato delle armature, dei copriferri, dei giunti e delle superfici più esposte alle azioni degli agenti atmosferici e delle acque addotte dalla trave canale.

In linea con le conoscenze dell'epoca in cui furono progettate e realizzate le opere, nella progettazione delle stesse non si è tenuto conto, se non in modo intuitivo e sintetico,

degli ambienti di esposizione, non sono stati curati i copriferri e non sono stati fatti calcoli specifici finalizzati al contenimento dello stato di fessurazione delle strutture sotto carico.

7. Prove di carico

Durante la già citata campagna di indagini sono state eseguite tre prove di carico; di queste, due sul Ponte canale Guasila 1 ed una sul Ponte canale Guasila 2.

Per un puntuale esame delle stesse si rimanda ai report editi dalla Geotech; di seguito, per ciascuna prova, si riporta un prospetto riassuntivo.

RELAZIONE TECNICA

GUASILA 1 - SCHEMA PROVA DI CARICO: G1PC1

Campata 1			Campata 2		
0	0	0	0	0	0
0	0	0	40000	40000	40000
0	0	0	0	0	0

Giunto															
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
11	12	13	10	9	7	6/15	4/14	5	3	2	1	0	0	0	0

ORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Carico (kg)
12:30:00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.02	0.03	0.02	-0.01	0
15:10:00	0.32	0.17	0.26	0.86	0.51	0.71	0.31	0.10	0.01	0.08	-0.03	-0.01	0.26	0.82	0.67	-0.01	40000
16:22:00	0.26	0.06	0.00	0.28	0.36	0.22	0.32	0.10	0.01	0.10	-0.10	0.00	0.30	0.20	0.16	-0.02	0
18:01:00	0.14	-0.04	-0.14	0.14	0.19	-0.04	0.17	0.06	0.02	0.12	-0.20	0.06	0.26	0.07	0.08	-0.05	0

Campata 1 **Campata 2**

Giunto

▲	▲	▲	▲
14	11	9	2
	12		3
	13	6	4
15		7	5
			1

ORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Carico (kg)
10:22:00	0.01	0.13	0.15	0.06	0.03	0.07	0.02	-0.02	0.02	0.03	0.06	0.03	0.01	0.08	0.04	0.09	0
12:59:00	0.23	0.15	0.43	0.72	0.38	0.02	0.23	0.05	0.55	0.12	0.06	0.06	0.08	0.07	0.14	-0.01	40000
15:30:00	0.35	0.05	0.27	0.83	0.65	-0.01	0.45	0.10	0.64	0.55	0.14	0.67	0.50	-0.03	0.39	-0.11	80000
16:59:00	0.36	0.00	0.15	0.80	0.81	-0.15	0.60	0.11	0.59	0.15	-0.20	0.07	0.33	-0.19	0.37	-0.11	40000
19:14:00	0.01	-0.30	-0.31	-0.05	-0.01	-0.35	0.08	-0.08	-0.12	-0.10	-0.47	-0.25	-0.19	-0.36	0.03	-0.26	0
20:00:00	-0.21	-0.45	-0.56	-0.32	-0.30	-0.51	-0.23	-0.24	-0.37	-0.32	-0.64	-0.39	-0.34	-0.55	-0.17	-0.39	0

RELAZIONE TECNICA

GUASILA 2 - SCHEMA PROVA DI CARICO: **G2PC1 + G2PC2**

ORA	Giunto															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15:16:00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
16:52:00	0.09	-0.01	0.15	0.51	0.27	0.34	0.03	0.01	-0.08	-0.02	-0.04	-0.01	0.10	-0.05	-0.02	-0.03
17:49:00	-0.14	-0.25	-0.27	-0.20	-0.18	-0.22	-0.26	-0.09	-0.26	-0.22	-0.25	-0.19	-0.15	-0.19	-0.19	-0.11
18:26:00	-0.29	-0.30	-0.34	-0.25	-0.30	-0.28	-0.32	-0.16	-0.30	-0.27	-0.30	-0.22	-0.20	-0.23	-0.27	-0.15
8:32:00	-0.39	-0.41	-0.28	0.08	-0.27	-0.08	-0.46	-0.30	-0.47	-0.49	-0.46	-0.41	-0.33	-0.40	-0.44	-0.26
10:37:00	-0.06	0.04	0.21	0.41	0.07	0.22	-0.14	-0.13	0.26	0.33	0.21	0.40	0.19	-0.01	-0.10	-0.05
12:37:00	0.14	0.22	0.22	0.51	0.16	0.32	-0.01	0.00	0.28	0.11	-0.04	-0.08	0.02	-0.01	-0.02	0.08
13:31:00	0.10	0.19	0.00	-0.02	-0.06	-0.05	-0.08	0.03	0.37	0.09	-0.04	-0.14	-0.02	0.00	0.01	0.12
14:58:00	0.15	0.21	-0.06	-0.06	-0.05	-0.07	-0.04	0.06	0.73	0.08	-0.10	-0.18	0.00	-0.03	0.05	0.13

ORA	Carico (kg)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15:16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:52:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:49:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:26:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:32:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:37:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:37:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:31:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:58:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8. Analisi delle strutture

Al fine di determinare lo stato di sollecitazione e lo stato deformativo teorico delle strutture sotto le differenti ipotesi di carico, per ogni Ponte canale è stato costruito ed analizzato il modello agli elementi finiti.

Le risultanze ed i dettagli di detto studio sono riportati negli allegati B1, B2, B3, B4 e C.

Deformazioni

In particolare, di seguito si riportano i valori salienti delle deformazioni verticali teoriche nella sezione di mezzeria del generico Ponte canale sottoposto al carico di prova (pari a circa 40 kN/m).



- 1) $d = 0,18 \text{ mm}$ (sezione a circa 80 cm dal bordo sinistro)
- 2) $d = 0,54 \text{ mm}$ (sezione in mezzeria)
- 3) $d = 0,18 \text{ mm}$ (sezione a circa 80 cm dal bordo destro)

La ubicazione dei punti sopra riportati corrisponde, nelle singole prove, a quella della terna di punti posti in mezzeria delle travi.

Poiché gli abbassamenti teorici dei bordi del canale, data la rigidità dello stesso, sono praticamente nulli, i valori riportati rappresentano, in definitiva, gli abbassamenti assoluti dei corrispondenti punti.

Dall'analisi dei valori negli stessi punti come rilevati durante le prove di carico, si rileva una non perfetta corrispondenza tra valori teorici e valori rilevati (scarsa corrispondenza in Guasila 1, discreta in Guasila 2); si evidenzia però anche un'influenza anomala delle variazioni termiche sull'esito delle prove.

Si nota, comunque, un generale comportamento elastico delle strutture.

Sollecitazioni sulle pareti e sul fondo canale

Indicando con:

- M_1 : Momento all'incastro parete - fondo
- M_2 : Momento massimo fondo (mezzeria)

RELAZIONE TECNICA

si riportano a seguire le sollecitazioni a canale vuoto (allegato C):

kNm	Valore caratteristico	γ	SLU
M ₁	7,5	1,3	9,75
M ₂	21,1	1,3	27,43

Per differenti valori del battente d'acqua all'interno del canale, sono state desunte dal modello (allegato C), ed eventualmente interpolate, le sollecitazioni all'incastro parete - fondo e quelle in mezzzeria - fondo, dovute al solo carico idraulico.

Battente (m)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
3,50	70,30	55,10
3,40	65,51	57,50
3,25	57,21	60,38
3,00	45,00	63,54
2,80	36,59	64,72
2,50	26,04	64,41
2,20	17,30	62,40
2,00	13,33	59,03
1,50	5,63	48,64
1,33	3,92	44,20
1,10	2,00	38,10
1,00	1,67	34,51

Sollecitazioni totali (SLU)

Battente (m)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
3,50	80,05	82,53
3,40	75,26	84,93
3,25	66,96	87,81
3,00	54,75	90,97
2,80	46,34	92,15
2,50	35,79	91,84
2,20	27,05	89,83
2,00	23,08	86,46
1,50	15,38	76,07
1,33	13,67	71,63
1,10	11,75	65,83
1,00	9,17	61,94

9. Calcolo della capacità resistente delle sezioni del canale

Al fine di determinare il valore del battente utile nelle condizioni attuali, si riporta a seguire il calcolo della capacità resistente delle sezioni (SLU), considerando, in virtù di quanto rilevato in situ, tre famiglie di possibili valori della sezione resistente residua delle armature:

- Armatura integra (100%)
- Armatura ridotta al 75%
- Armatura ridotta al 50%

I dati presi a base del calcolo del Momento e del Taglio Resistenti sono i seguenti:

- Calcestruzzo: C16/20
- Snervamento dell'acciaio: 222-260 N/mm²

In considerazione dell'esiguo numero di prove eseguite sulle armature, non appare certo il valore da recepire per la prosecuzione delle verifiche di resistenza delle sezioni. I valori su riportati sono da ritenersi cautelativi.

- Copriferro alla base: 60 mm
- Armatura: i valori di partenza delle sezioni di armatura e la posizione delle stesse sono stati desunti dai grafici riportati nella relazione del Prof. Ing. Ettore Pozzo (Cagliari 26.05.1987) relativa alle medesime opere. I grafici riportati in detta Relazione sembrano derivare direttamente da quelli originali di progetto, al momento non più disponibili.

Incastro parete - fondo

Lato parete: H = 35 cm; d = 29 cm; Af = 14,32 cm²

Lato fondo: H = 28 cm; d = 22 cm; Af = 19,47 cm²

	Af = 100 %	
	Lato parete	Lato fondo
K	0,13	0,24
M _{1R} (kNm)	75,95	74,90
T _{1R} (kN)	126,87	124,77

	Af = 75 %	
	Lato parete	Lato fondo
K	0,10	0,18
M _{1R} (kNm)	57,75	57,63
T _{1R} (kN)	115,27	113,36

RELAZIONE TECNICA

	Af = 50 %	
	Lato parete	Lato fondo
K	< 0,10	
M _{1R} (kNm)	39,03	39,40
T _{1R} (kN)	100,70	99,03

Mezzeria fondo

H = 34 cm; d = 28 cm; Af = 19,47 cm²

f _y = 222 N/mm ²			
Af	100%	75%	50%
K	0,19	0,14	< 0,10
M _{2R} (kNm)	97,45	74,55	50,67

f _y = 260 N/mm ²			
Af	100%	75%	50%
K	0,22	0,16	0,11
M _{2R} (kNm)	112,57	86,43	58,96

Il punto debole della tipologia strutturale, contrariamente a quanto forse potrebbe apparire ad un primo esame, è il fondo del canale e ciò proprio in virtù della forma del canale stesso. In esso, per alti valori del battente, si esplica un maggiore effetto incastro ai bordi del fondo e quindi, a parità di armature, una maggiore capacità portante del fondo stesso. A questo proposito appare utile rilevare che la presenza di tiranti nella parte superiore del canale può risultare controproducente.

10. Determinazione del battente utile

Dalla comparazione tra la tabella relativa alle sollecitazioni totali e le tabelle relative alle capacità resistenti delle pareti e del fondo, si evince quanto di seguito:

Armatura (%)	Battente (m) SLU	γ	Battente (m) Servizio
100	3,25	1,5	2,17
75	2,00 (f _y = 260 N/mm ²)	1,5	1,33
	1,50 (f _y = 222 N/mm ²)	1,5	1,00
50	< 1,00	1,5	< 0,66

Considerando, come appare plausibile da quanto osservato in situ e da quanto dedotto dalle prove sugli acciai, un'efficienza delle armature pari al 75%, si ha allo SLU un battente utile compreso tra 2,00 m e 1,50 m, e quindi, al servizio, un battente compreso tra 1,33 m e 1,00 m.

Per detto battente viene eseguita la verifica di resistenza e di fessurazione (SLE) finalizzate alla conferma/limitazione ulteriore del suddetto valore.

Battente: 1,33 m

$$M_1 = 7,50 + 3,92 = 11,42 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 21,10 + 44,20 = 65,30 \text{ kNm}$$

Battente: 1,00 m

$$M_1 = 7,50 + 1,67 = 9,17 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 21,10 + 34,51 = 55,61 \text{ kNm}$$

Per il fondo canale si ha:

Incastro parete fondo

Battente (cm)	133	100
h (cm)	34	34
d (cm)	28	28
Af (cm ²)	19,47 x 0,75 = 14,60	14,60
σ_c (daN/cm ²)	57	49
σ_f (daN/cm ²)	1793	1527
W (mm)	0,30	0,24

Le verifiche allo SLE, unitamente a quelle allo SLU, confermano allo stato un valore ammissibile del battente d'acqua all'interno dei canali, in situazioni di normale utilizzo dell'opera, compreso tra 1,00 m e 1,33 m.

11. Verifica globale delle travi canale nelle nuove condizioni di servizio

Sulla base del battente d'acqua determinato nei paragrafi precedenti, si procede ora alla verifica globale del generico Ponte canale.

Calcolo dei momenti resistenti della trave canale

$$f_y = 222 \text{ N/mm}^2$$

Calcestruzzo: C16/20

Momenti negativi (appoggi)

$$B > 30 + 30 = 60 \text{ cm}$$

$$H = 390 \text{ cm}$$

$$d = 380 \text{ cm}$$

$$Af = 0,75 \times 2 \times (6\phi 28 + 2\phi 16) = 0,75 \times 81,89 = 61,42 \text{ cm}^2$$

$$K = 0,072$$

$$z = 0,97 \times d$$

RELAZIONE TECNICA

$$M_R = 4376 \text{ kNm}$$

Momenti positivi (mezzeria campata)

$$B > 30 + 30 = 60 \text{ cm}$$

$$H = 390 \text{ cm}$$

$$d = 380 \text{ cm}$$

$$A_f = 0,75 \times 2 \times (3\phi 28 + 3\phi 16) = 0,75 \times 52,1 = 39,07 \text{ cm}^2$$

$$K = 0,10$$

$$z = 0,96 \times d$$

$$M_R = 2751 \text{ kNm}$$

Determinazione delle sollecitazioni di verifica

Dedotti per interpolazione degli allegati B1, B2, B3 e B4 si riportano a seguire i valori caratteristici dei momenti relativi ai carichi permanenti strutturali e al carico dovuto ad un battente pari a 1,33 m.

<i>Appoggi</i>	<i>Guasila 1</i>	<i>Guasila 2</i>	<i>Selegas</i>	<i>Segariu</i>
Momento peso proprio (kNm)	1096	1113	1512	1605
Momento H ₂ O (kNm)	697	714	970	1007

<i>Mezzeria campata</i>	<i>Guasila 1</i>	<i>Guasila 2</i>	<i>Selegas</i>	<i>Segariu</i>
Momento peso proprio (kNm)	992	960	1059	1054
Momento H ₂ O (kNm)	641	625	691	684

Dalle Tabelle sopra riportate, applicando i previsti coefficienti parziali di incremento dei carichi, si deducono i valori (SLU) da utilizzare per la verifica delle sezioni, rispettivamente all'appoggio e in campata.

Momento negativo max (Segariu)

$$M_d = 1,30 \times M_{pp} + 1,5 \times M_{H2O} = 3597 \text{ kNm}$$

Momento positivo max (Selegas)

$$M_d = 1,30 \times M_{pp} + 1,5 \times M_{H2O} = 2413 \text{ kNm}$$

Verifiche

Appoggi: $M_d/M_R = 0,82 < 1$ Verifica

Mezzerie: $M_d/M_R = 0,88 < 1$ Verifica

Dai valori dei coefficienti di utilizzo della capacità portante (m0,88) si evince che la struttura, in presenza di un battente d'acqua $h = 1,33 \text{ m}$, è in grado, globalmente e con i dovuti coefficienti di sicurezza, di assorbire i carichi anche in presenza di un maggiore degrado dell'armatura; tale degrado può essere valutato come di seguito:

$$A_{f_{\text{degradata}}} = 0,75 \times 0,88 \otimes A_{f_{\text{iniziale}}} = 0,66 \times A_{f_{\text{iniziale}}}$$

12. Notazione sull'efficienza dei pilastri

Come dedotte dalle analisi strutturali riportate negli allegati B1, B2, B3 e B4, si riportano, tabellate, le sollecitazioni sui pilastri (SLU) derivanti dalle seguenti azioni.

- Peso proprio: 109 kN/m
- Carico variabile: 150 kN/m (battente = 2,80 m)
- Vento: 1,00 kN/m² Guasila 1
1,00 kN/m² Guasila 2
1,12 kN/m² Selegas
1,28 kN/m² Segariu

Sollecitazioni	Guasila 1	Guasila 2	Selegas	Segariu
N _{max} (kN)	2328	1793	2130	2552
N _{min} (kN)	1828	1395	1627	1820
M (kNm)	85	45	145	359
M _R (kNm)	563	795	546	543

13. Proposte operative

Da quanto fin qui esposto si evince che:

- nelle condizioni attuali i ponti canale possono essere utilizzati con un battente d'acqua compreso tra 1,00 e 1,33 m;
- dovrà essere, comunque, eseguita, oltre alla manutenzione ordinaria, la manutenzione straordinaria delle parti più ammalorate, quali, ad esempio, i giunti, i copriferri e, in generale, le parti che appaiono più danneggiate;
- le strutture debbono essere monitorate periodicamente, con particolare riferimento allo stato delle armature onde rilevare in modo preciso e costante il valore di degrado delle stesse;
- alcune parti delle strutture (fondazioni e pilastri) devono essere sottoposte ad indagini più approfondite;
- in definitiva, deve essere redatto, per ogni opera, un Piano provvisorio di Manutenzione, dettagliato e accurato, che garantisca nel breve periodo (nelle more cioè di interventi necessari e risolutivi) l'utilizzabilità delle strutture, pur se limitata ai battenti d'acqua appena valutati.

Ciò detto, al fine di garantire una adeguata vita utile alle strutture e di migliorare, eventualmente, le loro modalità di utilizzo aumentando l'altezza del battente d'acqua sopportabile, si formulano le seguenti ipotesi operative:

- A. Progettazione e realizzazione di interventi di restauro statico delle attuali opere consistenti in: demolizione delle parti di calcestruzzo ammalorate; trattamento delle

armature con idonei prodotti; ricostruzione delle parti di calcestruzzo demolite; integrazione, ove necessario, delle armature esistenti/residue con materiali compositi (fibre di carbonio o materiali analoghi); sostituzione e restauro dei giunti; trattamento delle superfici, o comunque di quelle più esposte, con prodotti impermeabilizzanti o atti ad annullare/rallentare il degrado dell'opera; eventuali rinforzi in punti particolari. Tale intervento, fermo restando il valore del battente d'acqua definito, consentirebbe di garantire alle strutture il ristabilimento della loro vita utile.

- B. Progettazione e realizzazione di una nuova sezione resistente del canale all'interno di quello esistente, utilizzando quest'ultimo come cassero parziale per i nuovi getti; la sezione del nuovo canale deve essere dimensionata in modo tale da garantire l'utilizzo dello stesso con le portate ed i battenti d'acqua richiesti dall'Ente e, quindi, anche maggiori di quelli precedentemente verificati. L'intervento si completa con il restauro ed il consolidamento/rinforzo delle strutture verticali di appoggio e delle fondazioni in relazione ai nuovi valori dei carichi di esercizio.
- C. Rifacimento totale dei Ponti canale in affiancamento o in sostituzione di quelli esistenti.

I sottoscritti ritengono più conveniente l'intervento di cui alla precedente lettera B., in quanto:

- consente di realizzare una nuova sezione resistente con capacità portanti maggiori dell'attuale, senza necessitare la demolizione e ricostruzione dei Ponti canale esistenti, garantendo ai manufatti una vita utile adeguata ed un loro utilizzo corrispondente alle esigenze dell'Ente in termini di portate e battenti d'acqua;
- richiede contenuti interventi di raccordo con i tratti a monte e a valle del manufatto;
- non richiede l'occupazione/esproprio di ulteriori aree;
- caratterizzato prevalentemente da lavorazioni da eseguirsi all'interno della sezione trasversale, non modifica la sagoma complessiva del manufatto e, pertanto, consente di evitare lunghe procedure autorizzative.

Cagliari, 15 dicembre 2014

Dott. Ing. Giorgio Cofano

Dott. Ing. Mauro Porcu

ALLEGATO A

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

INDICE

A.1)	GUASILA 1.....	2
	Fondazioni	2
	Pilastrì	3
	Pulvini	4
	Canale	5
A.2)	GUASILA 2.....	6
	Fondazioni	6
	Pilastrì	7
	Pulvini	8
	Canale	9
A.3)	SELEGAS	10
	Fondazioni	10
	Pilastrì	11
	Pulvini	12
	Canale	13
A.4)	SEGARIU	14
	Fondazioni	14
	Pilastrì	15
	Pulvini	16
	Canale	17

A.1) GUASILA 1

Fondazioni

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti

Guasila 1 - fondazioni

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm ²]	
1	39.04	1
2	52.53	2
	45.78 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	39.04 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	45.78 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	33.84 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	28.09 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	28.85 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmin=	23.95 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	33.04 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	28.17 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	2	numero di zone indagate
k=	8	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	25.04 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	32.17 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	25.04 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	30.17 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pilastrì

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 1 - pilastrì

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]	
1	33.98	1
2	27.95	2
3	21.69	3
4	47.11	4
5	23.49	5
6	35.54	6
7	19.4	7
8	50.6	8
9	27.23	9
	31.89 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	19.4 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	31.89 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	26.57 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	22.06 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	16.16 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmino=	13.42 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fcm=fcmo/0,85=	25.95 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmn=fcmno/0,85=	15.78 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	9	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fcm-k=	20.95 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcmn+4=	19.78 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	19.78 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	23.84 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pulvini

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 1 -pulvini

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	37.59	1	carote
2	33.73	2	carote
3	21.57	3	carote
4	50.36	4	carote
5	41.69	5	carote
6	21.93	6	carote
7	19.85	7	pull-out
	32.39 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	19.85 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	32.39 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rc _{mo} =RC media/FC=	26.99 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fc _{mo} =	22.4 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rc _{mino} =RC min/FC=	16.54 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fc _{mino} =	13.73 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	26.36 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	16.15 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	7	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fc _m -k=	21.36 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fc _{min} +4=	20.15 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	20.15 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	24.28 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Canale

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti

Guasila 1 -canala

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.L.L.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm ²]		
1	44.7	1	carote
2	56.75	2	carote
3	54.34	3	carote
4	13.64	4	pull-out
5	23.54	5	pull-out
6	24.06	6	pull-out
7	27.47	7	pull-out
	34.93 N/mm ²		Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	13.64 N/mm ²		valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	34.93 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	29.11 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	24.16 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	11.37 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61)
fcmino=	9.43 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	28.42 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	11.1 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	7	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fc _m -k=	23.42 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fc _{min} +4=	15.1 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	15.1 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	18.19 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

A.2) GUASILA 2

Fondazioni

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 2 - fondazioni

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]	
1	19.88	1
2	10.12	2
	15 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	10.12 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	15 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	11.09 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	9.2 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmino=RC min/FC=	7.48 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmino=	6.21 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	10.83 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	7.3 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	2	numero di zone indagate
k=	8	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	2.83 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	11.3 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	2.83 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	3.4 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pilastrì

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 2 - pilastrì

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	23.49	1	carote
2	21.93	2	carote
3	19.64	3	carote
4	21.81	4	carote
5	26.02	5	carote
6	16.63	6	carote
7	22.45	7	pull-out
8	19.62	8	pull-out
	21.45 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	16.63 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	21.45 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	17.87 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	14.84 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmino=RC min/FC=	13.86 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmino=	11.5 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	17.45 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	13.53 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	9	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	12.45 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	17.53 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	12.45 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	15.00 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pulvini

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 2 -pulvini

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	20.48	1	carote
2	22.17	2	carote
3	16.14	3	carote
4	17.59	4	carote
5	13.61	5	carote
6	19.04	6	carote
7	27.59	7	carote
	19.52 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	13.61 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	19.52 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	16.27 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	13.5 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmino=RC min/FC=	11.35 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmino=	9.42 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	15.88 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	11.08 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	7	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	10.88 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	15.08 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	10.88 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	13.11 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Canale

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Guasila 2 -canala

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

<i>Zona</i>	<i>RC [N/mm²]</i>		
1	28.43	1	carote
2	40.48	2	carote
3	19.22	3	pull-out
4	26.78	4	pull-out
5	25	5	pull-out
6	28.45	6	pull-out
	28.06 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	19.22 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	28.06 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	23.38 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	19.41 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmin=RC min/FC=	16.02 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmin=	13.29 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc=fcmo/0,85=	22.83 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmin=fcmin/0,85=	15.64 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	6	numero di zone indagate
k=	6	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fcm-k=	16.83 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcm+4=	19.64 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	16.83 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	20.28 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

A.3) SELEGAS

Fondazioni

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Selegas - fondazioni

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]	
1	15.06	1
	15.06 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	15.06 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	15.06 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	11.13 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	9.24 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	11.13 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmno=	9.24 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fcm=fcmo/0,85=	10.87 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmn=fcmno/0,85=	10.87 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	1	numero di zone indagate
k=	8	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fcm-k=	2.87 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcmn+4=	14.87 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	2.87 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	3.46 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pilastrì

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Selegas - pilastrì

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm ²]		
1	26.75	1	carote
2	47.11	2	carote
3	36.14	3	carote
4	41.33	4	carote
5	31.93	5	carote
6	58.31	6	carote
7	20.95	7	pull-out
8	15.81	8	pull-out
9	17.14	9	pull-out
10	17.6	10	pull-out
11	24.99	11	pull-out
12	22.68	12	pull-out
13	20.83	13	pull-out
	29.35 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	15.81 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "accurato"
FC=	1	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	29.35 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	29.35 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	24.36 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmin=RC min/FC=	15.81 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmin=	13.12 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc=fcmo/0,85=	28.66 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmin=fcmin/0,85=	15.44 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	13	numero di zone indagate
k=	4	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fcm-k=	24.66 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcmin+4=	19.44 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	19.44 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	23.42 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pulvini

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Selegas -pulvini

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	40.48	1	carote
2	46.63	2	carote
3	48.67	3	carote
4	19.91	4	pull-out
5	16.91	5	pull-out
6	15.93	6	pull-out
	31.42 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	15.93 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	31.42 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	26.19 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	21.73 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	13.28 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmno=	11.02 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fcm=fcmo/0,85=	25.57 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmn=fcmno/0,85=	12.96 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	6	numero di zone indagate
k=	6	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fcm-k=	19.57 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcmn+4=	16.96 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	16.96 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	20.44 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Canale

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Selegas -canala

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	58.92	1	carote
2	52.05	2	carote
3	24.81	3	pull-out
4	27.64	4	pull-out
5	29.37	5	pull-out
6	28.91	6	pull-out
7	29.48	7	pull-out
8	21.75	8	pull-out
9	28.79	9	pull-out
10	29.37	10	pull-out
	33.11 N/mm ²		Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	21.75 N/mm ²		valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	33.11 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	27.59 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	22.9 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmino=RC min/FC=	18.13 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmino=	15.04 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	26.94 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	17.7 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	10	numero di zone indagate
k=	4	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	22.94 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	21.7 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	21.7 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	26.14 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

A.4) SEGARIU

Fondazioni

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Segariu - fondazioni

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]	
1	58.19	1
	58.19 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
	58.19 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	58.19 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	43.01 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	35.7 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmino=RC min/FC=	43.01 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61)
fcmino=	35.7 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	42 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	42 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	1	numero di zone indagate
k=	8	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	34 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	46 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	34 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	40.96 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pilastrì

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti

Segariu - pilastrì

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	39.76	1	carote
2	36.14	2	carote
3	50.96	3	carote
4	53.61	4	carote
5	44.94	5	carote
6	43.98	6	carote
7	20.14	7	pull-out
8	18.75	8	pull-out
9	26.2	9	pull-out
	37.17 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	18.75 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	2	si assume un livello di conoscenza "accurato"
FC=	1.2	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	37.17 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	30.97 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	25.71 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	15.63 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmino=	12.97 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	30.24 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	15.26 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	9	numero di zone indagate
k=	5	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	25.24 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	19.26 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	19.26 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	23.2 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Pulvini

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Segariu -pulvini

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.LL.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	47.95	1	carote
2	34.58	2	carote
3	32.53	3	carote
4	18.18	4	pull-out
	33.31 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	18.18 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	33.31 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	24.67 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617)
fcmo=	20.48 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmno=RC min/FC=	13.47 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61)
fcmino=	11.18 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc _m =fc _{mo} /0,85=	24.09 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fc _{min} =fc _{mino} /0,85=	13.15 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	4	numero di zone indagate
k=	6	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
F _{ck,1} =fc _m -k=	18.09 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
F _{ck,2} =fc _{min} +4=	17.15 N/mm ²	
f _{ck} =min(1,2)=	17.15 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
R _{ck} =	20.66 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

Canale

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera per strutture esistenti Segariu -canala

Normativa di riferimento

- D.M. 14/1/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2/2/2009 n. 617
- Linee guida del C.S.L.L.P per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Resistenze rilevate in situ

Zona	RC [N/mm²]		
1	43.86	1	carote
2	67.83	2	carote
	55.84 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera	
	43.86 N/mm ²	valore minimo delle resistenze cubiche rilevate in opera	

Determinazione delle resistenze minima e media in funzione del livello di conoscenza

LC=	1	si assume un livello di conoscenza "adeguato"
FC=	1.35	fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza
RC media=	55.84 N/mm ²	Media delle resistenze cubiche rilevate in opera
Rcmo=RC media/FC=	41.37 N/mm ²	resistenza cubica media in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 617
fcmo=	34.33 N/mm ²	resistenza cilindrica media in opera
Rcmin=RC min/FC=	32.49 N/mm ²	resistenza cubica minima in opera (par. C8.2 "criteri generali" Circolare 61
fcmin=	26.96 N/mm ²	resistenza cilindrica minima in opera

Determinazione della resistenza caratteristica

In analogia con quanto previsto al par. 11.2.6. "Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera" delle NTC, si assume che la resistenza media rilevata in situ sia non inferiore all'85% della resistenza media di calcolo

fc=fcmo/0,85=	40.39 N/mm ²	resistenza media di calcolo
fcmin=fcmin/0,85=	31.72 N/mm ²	resistenza minima di calcolo
n=	2	numero di zone indagate
k=	8	coefficiente statistico (par. 10.3 Linee Guida)
Fck,1=fc-k=	32.39 N/mm ²	(formulazione valida per n<15)
Fck,2=fcmin+k=	35.72 N/mm ²	
fck=min(1,2)=	32.39 N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica
Rck=	39.03 N/mm ²	resistenza cubica caratteristica

ALLEGATO B1

RISULTATI DEL CALCOLO FEM Ė GUASILA 1

INDICE

GUASILA 1	2
Dati di input.....	2
Carichi applicati.....	4
Sollecitazioni caratteristiche	5
Da peso proprio	5
Da carico idraulico	6
Da vento	8
Sollecitazioni di calcolo	10
Stato limite ultimo (involuppo)	10

GUASILA 1

Dati di input

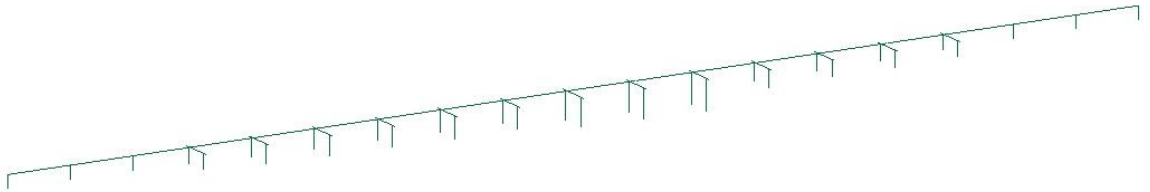


Figura 1: modello a fil di ferro

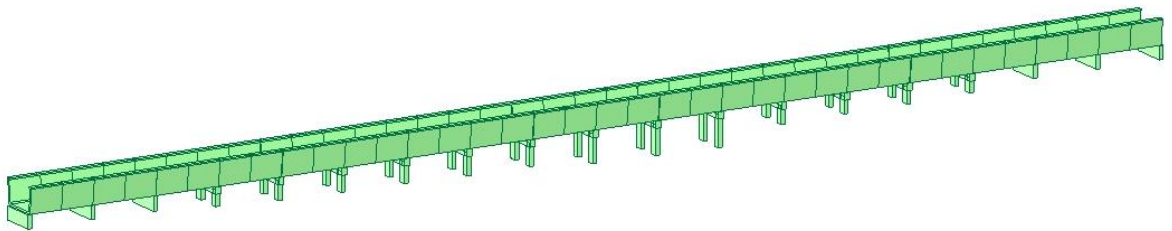


Figura 2: modello 3d

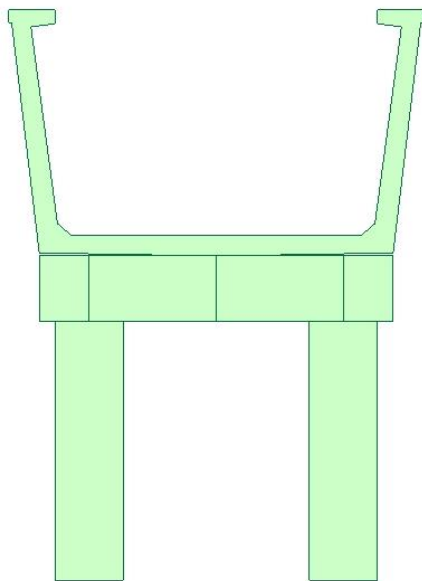


Figura 3: sezione trasversale

Carichi applicati

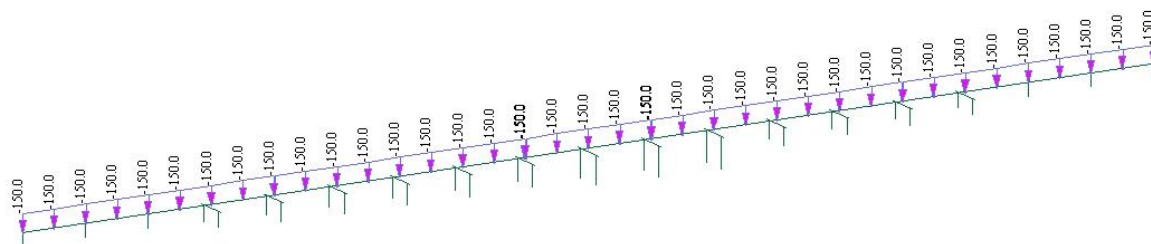


Figura 4: carico idraulico

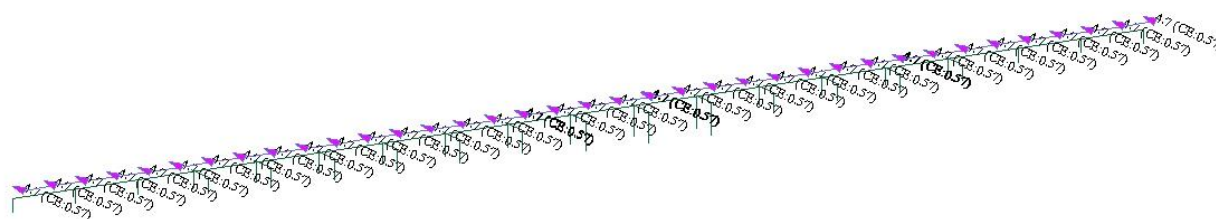


Figura 5: carico da vento

Sollecitazioni caratteristiche

Da peso proprio

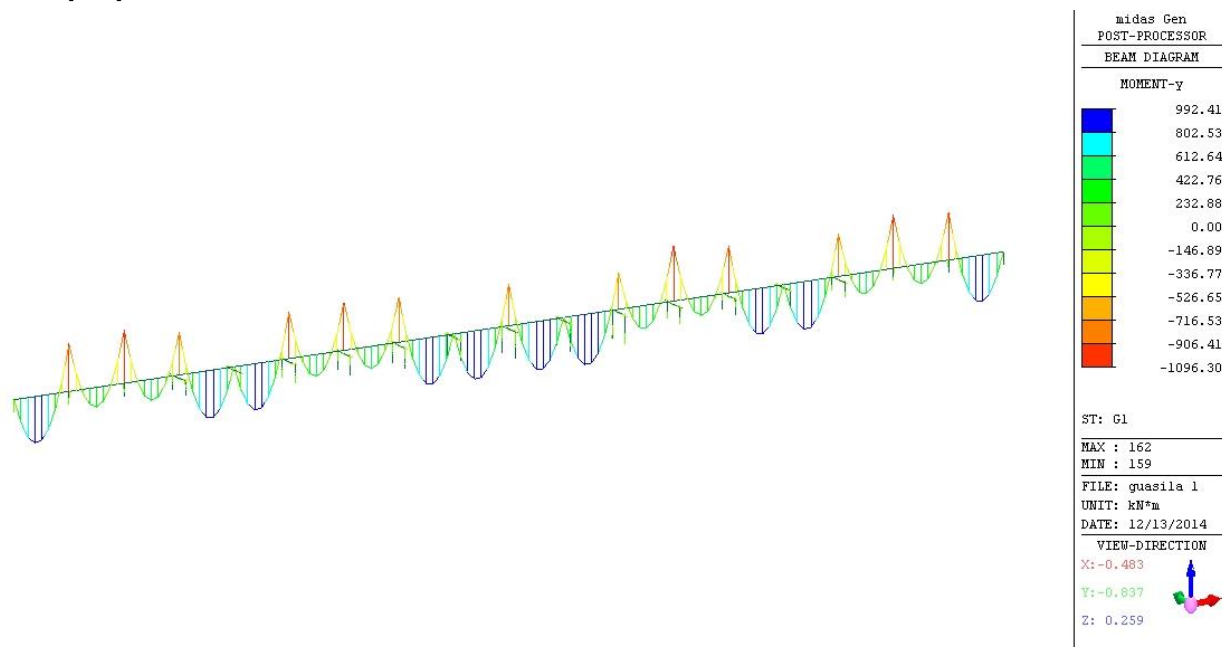


Figura 6: momento flettente dovuto al peso proprio

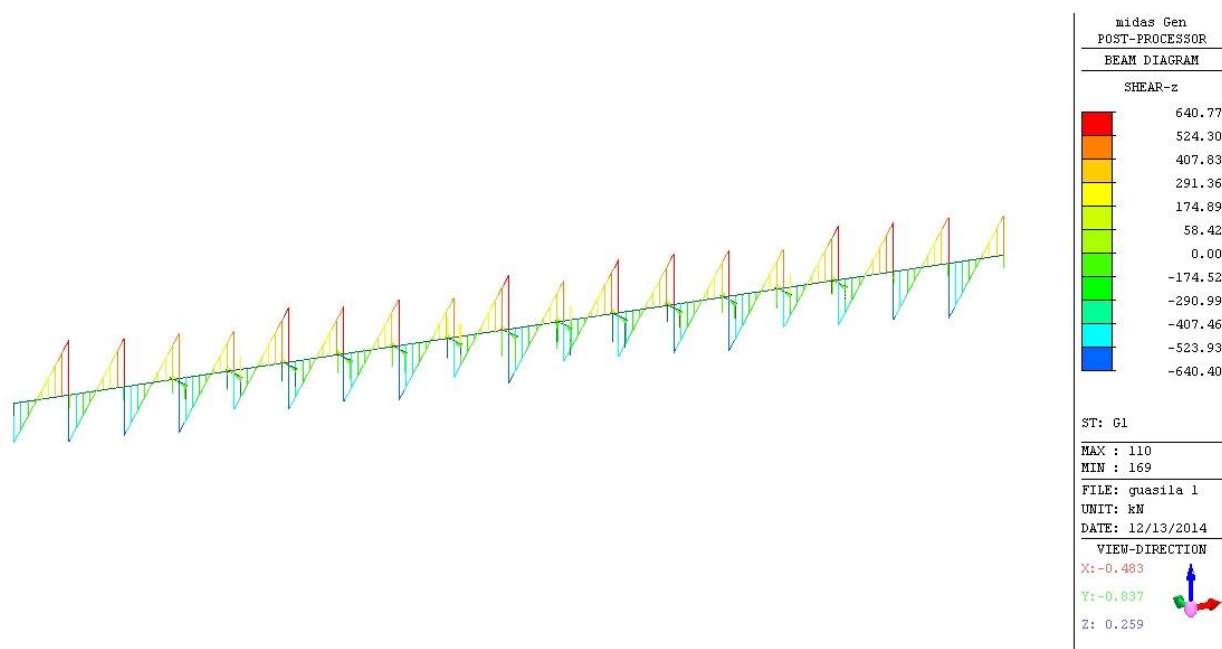


Figura 7: taglio dovuto al peso proprio

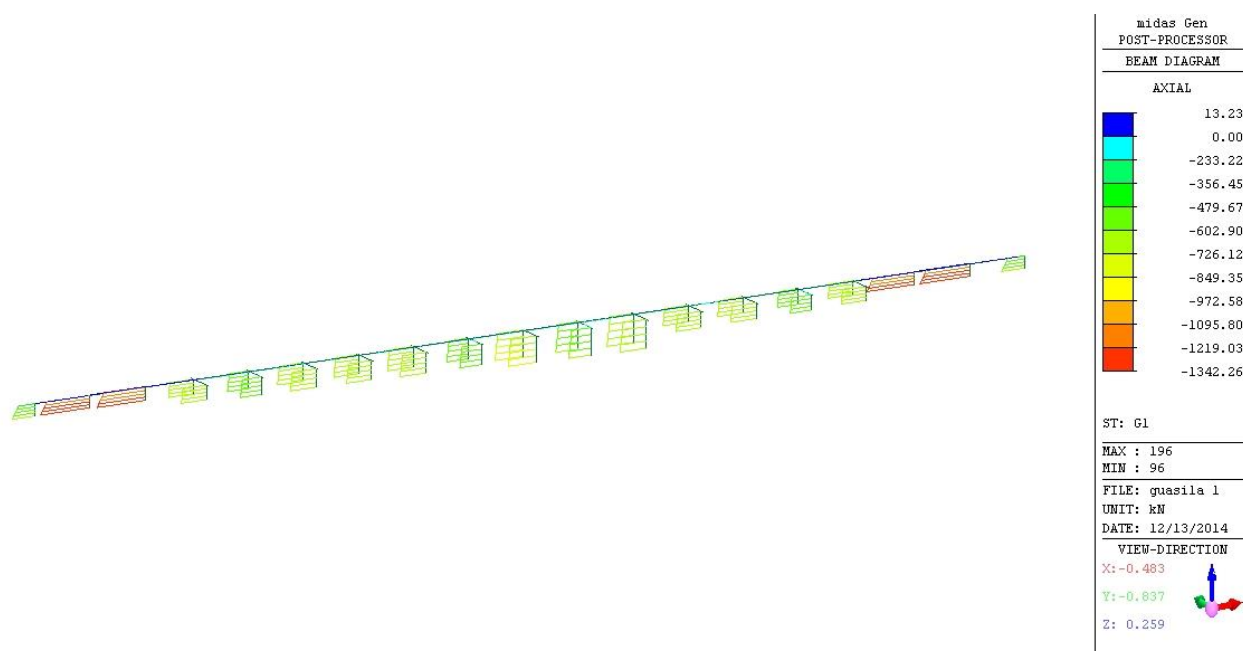


Figura 8: carico normale dovuto a peso proprio

Da carico idraulico

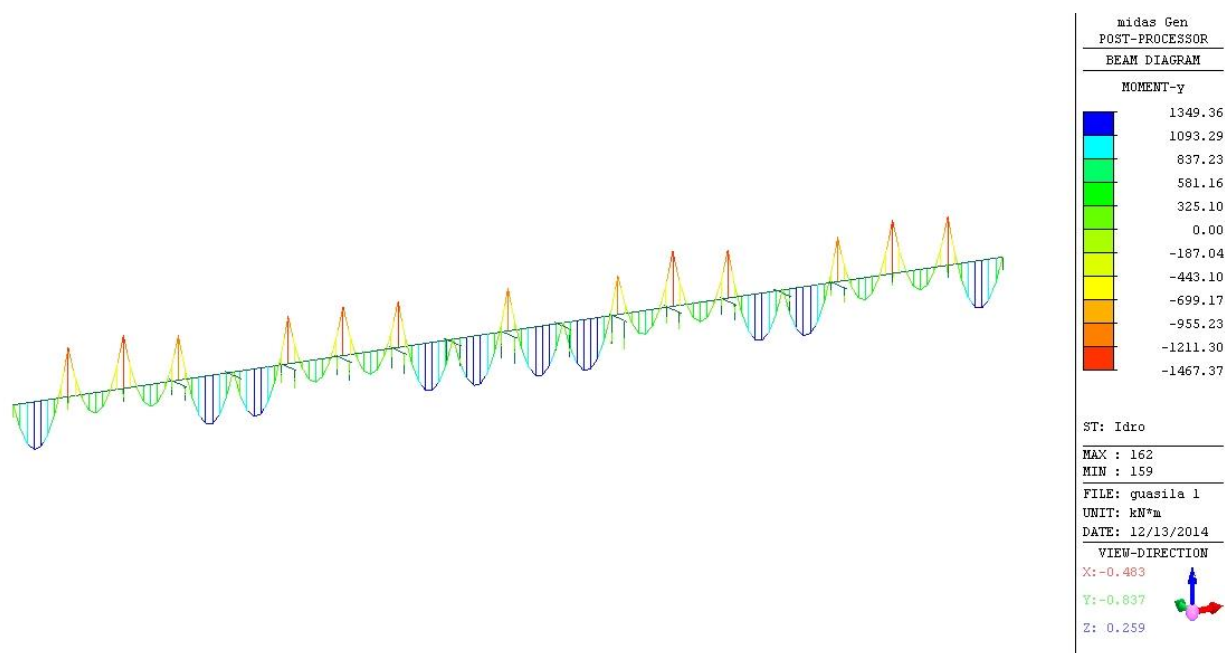


Figura 9: momento flettente dovuto al carico idraulico

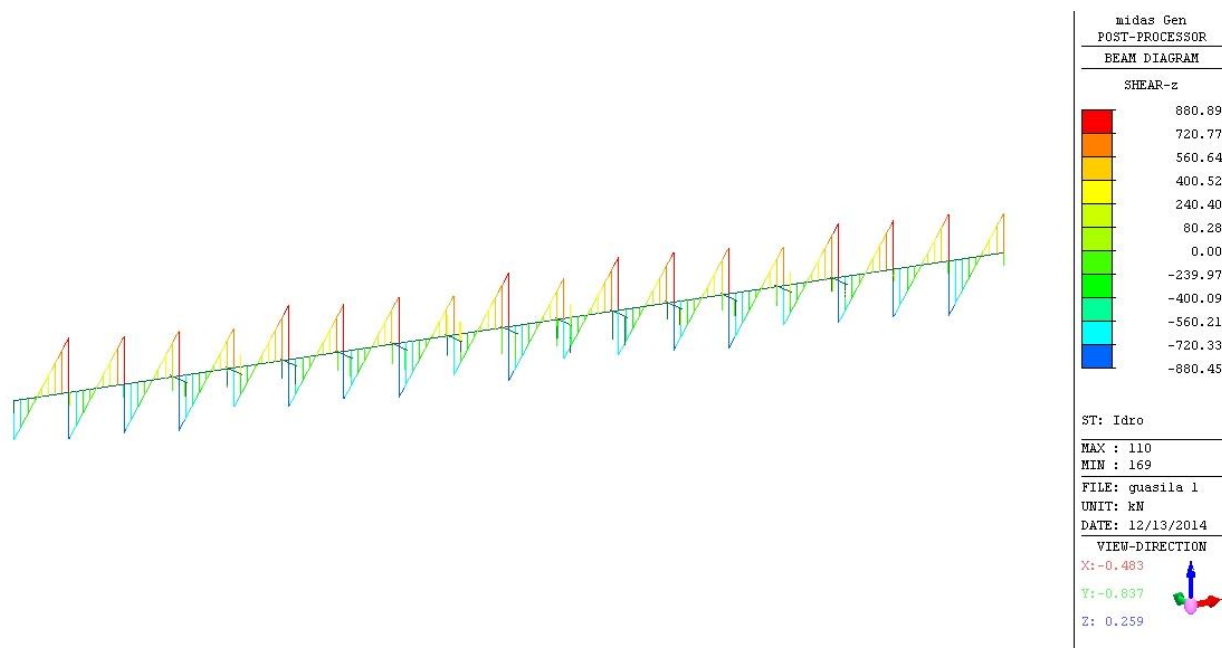


Figura 10: taglio dovuto al carico idraulico

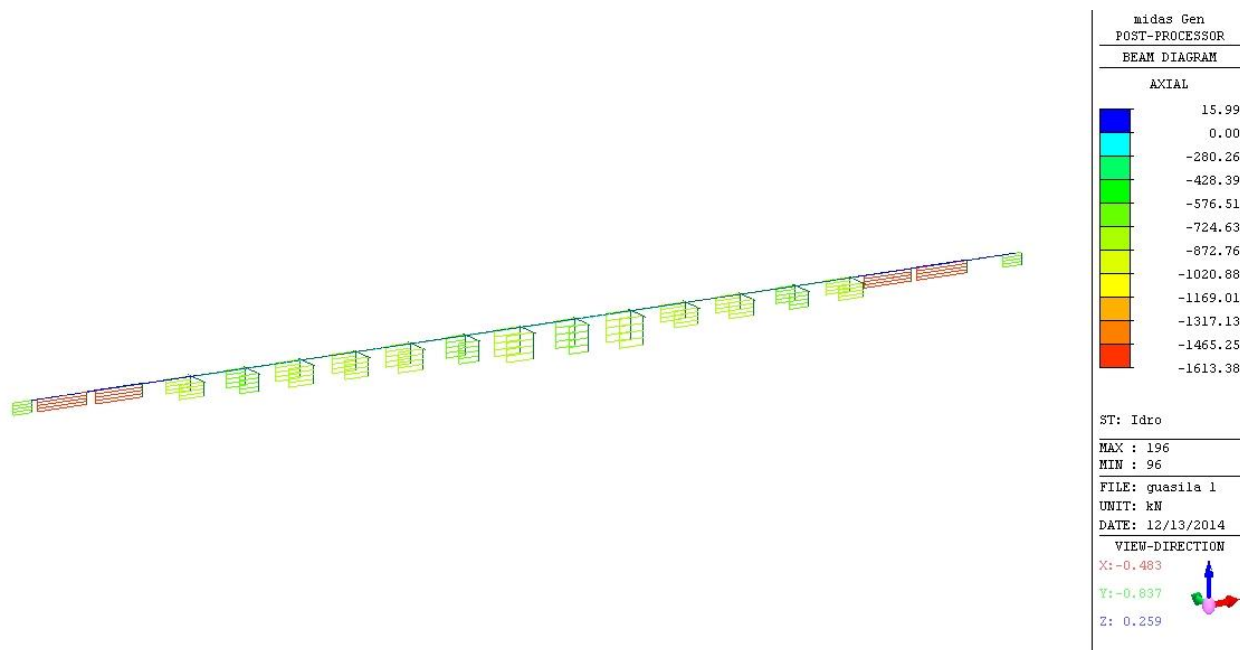


Figura 11: carico normale dovuto al carico idraulico

Da vento

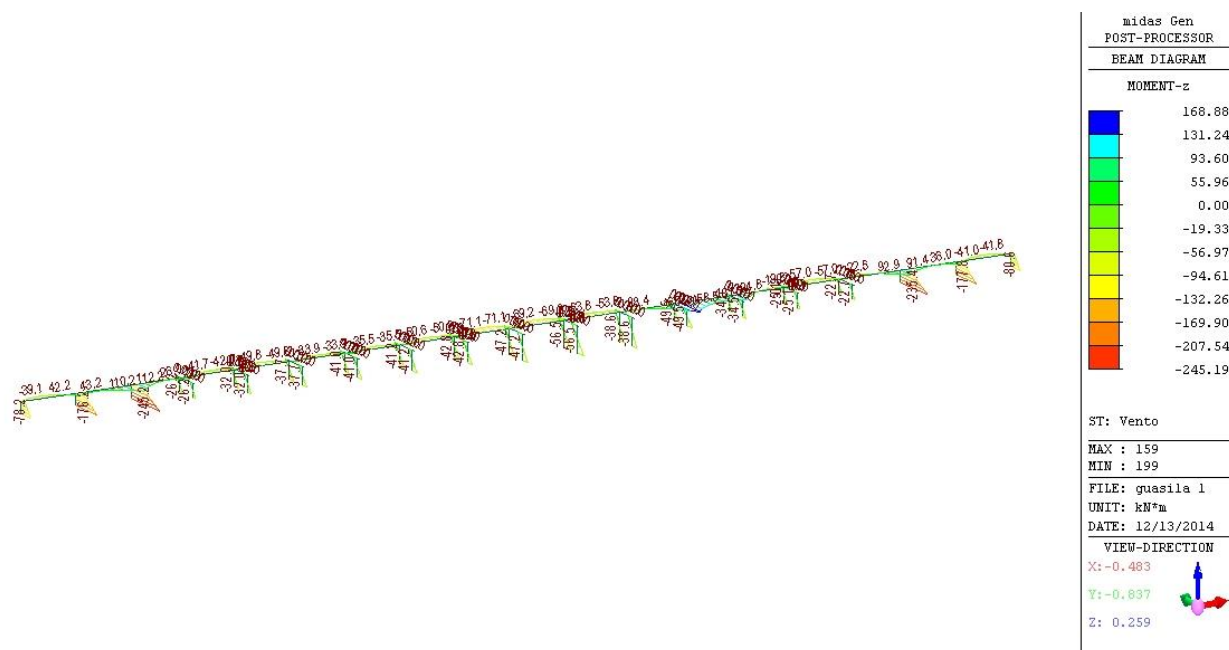


Figura 12: momento flettente dovuto al vento

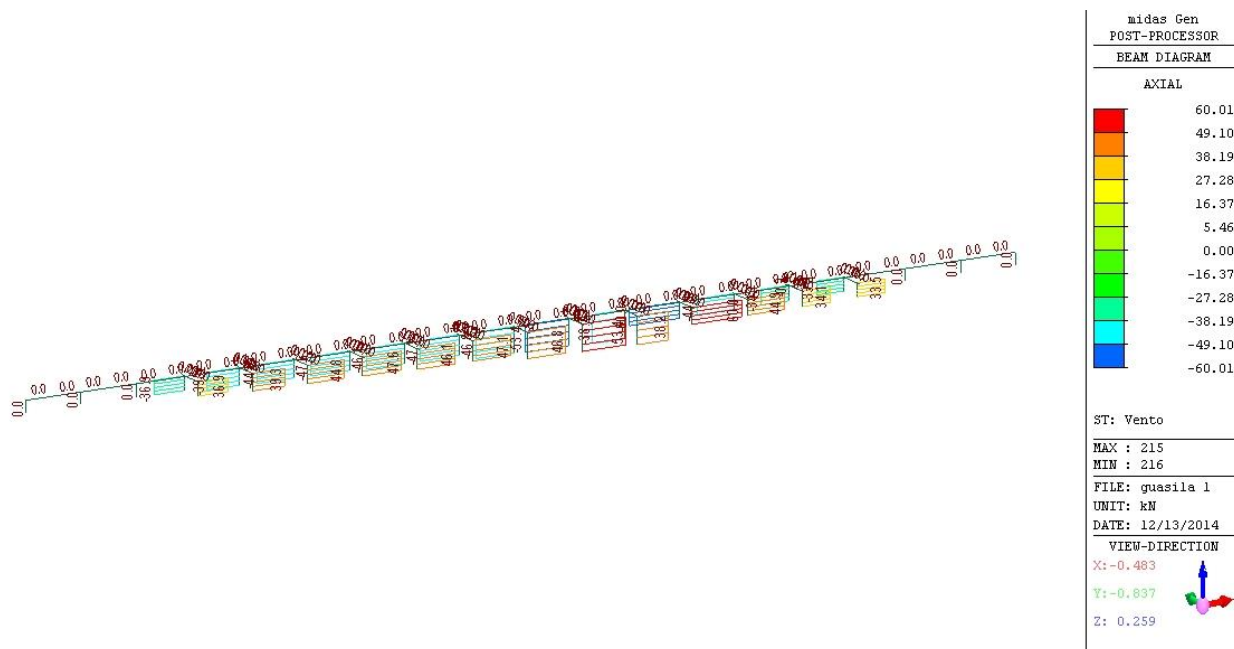


Figura 13: carico assiale dovuto al vento

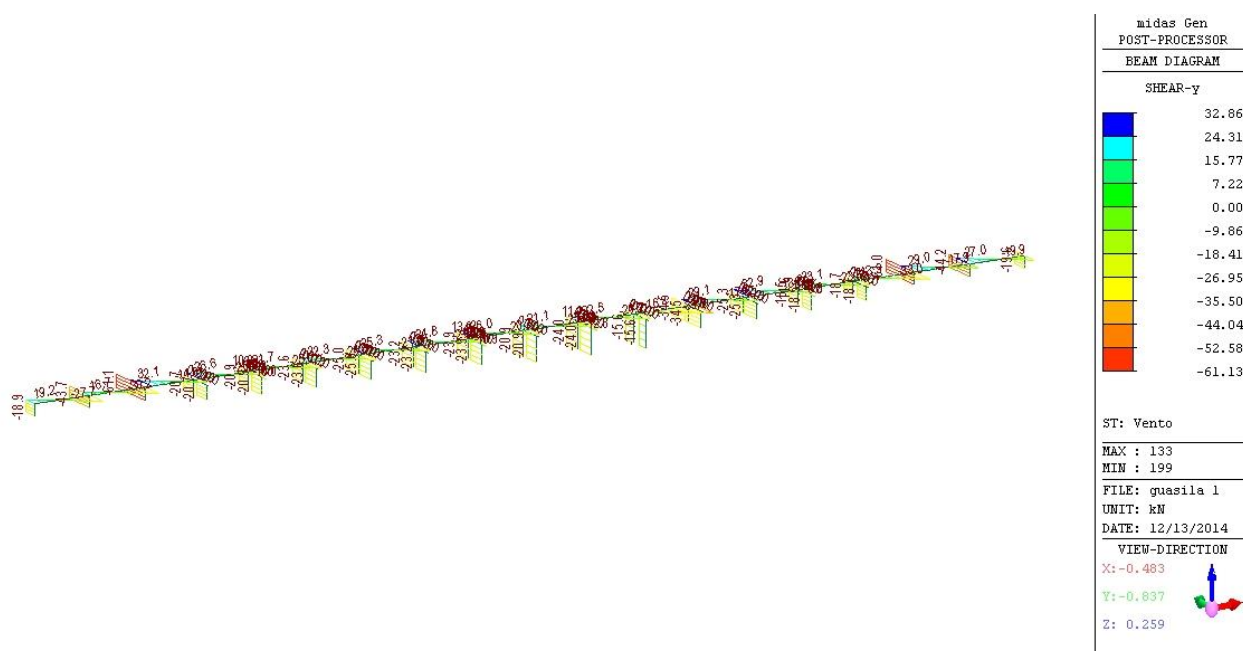


Figura 14: taglio dovuto al vento

Sollecitazioni di calcolo

Stato limite ultimo (involuppo)

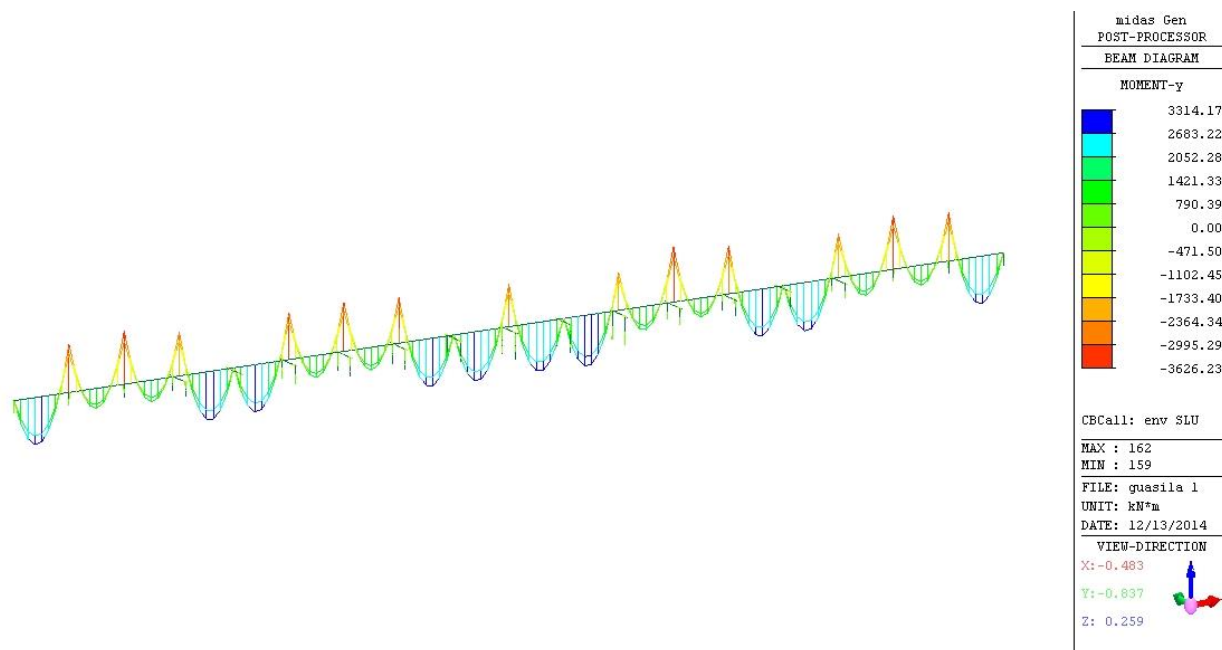


Figura 15: involucro momenti flettenti

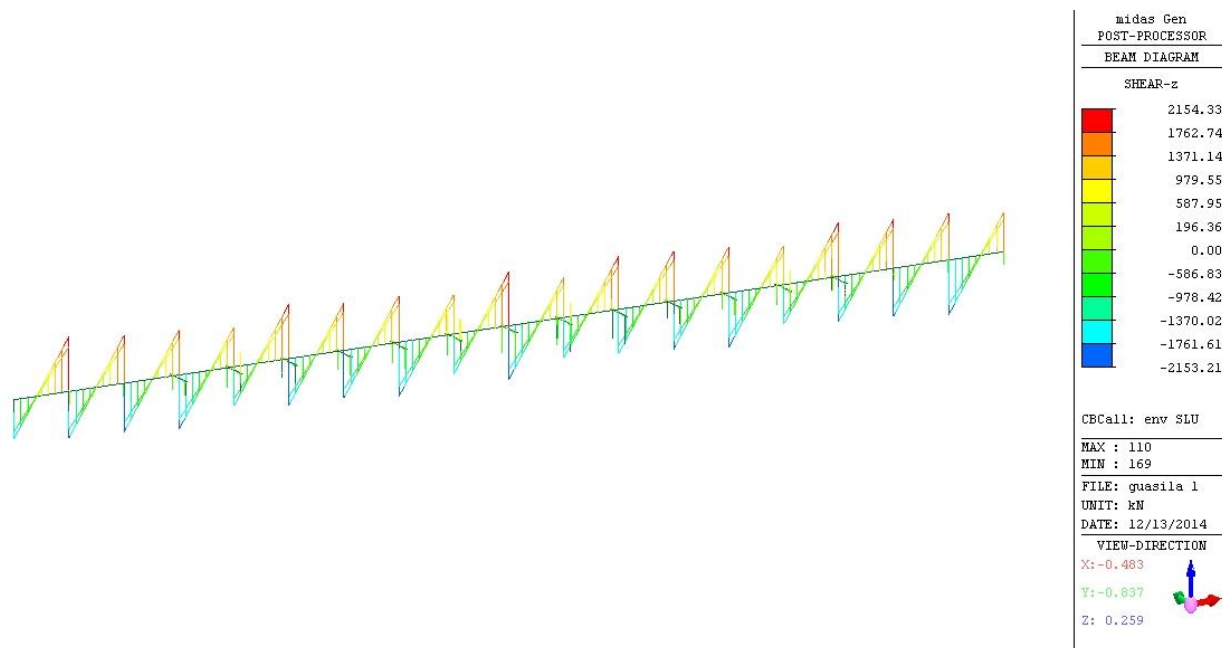


Figura 16: involucro taglio

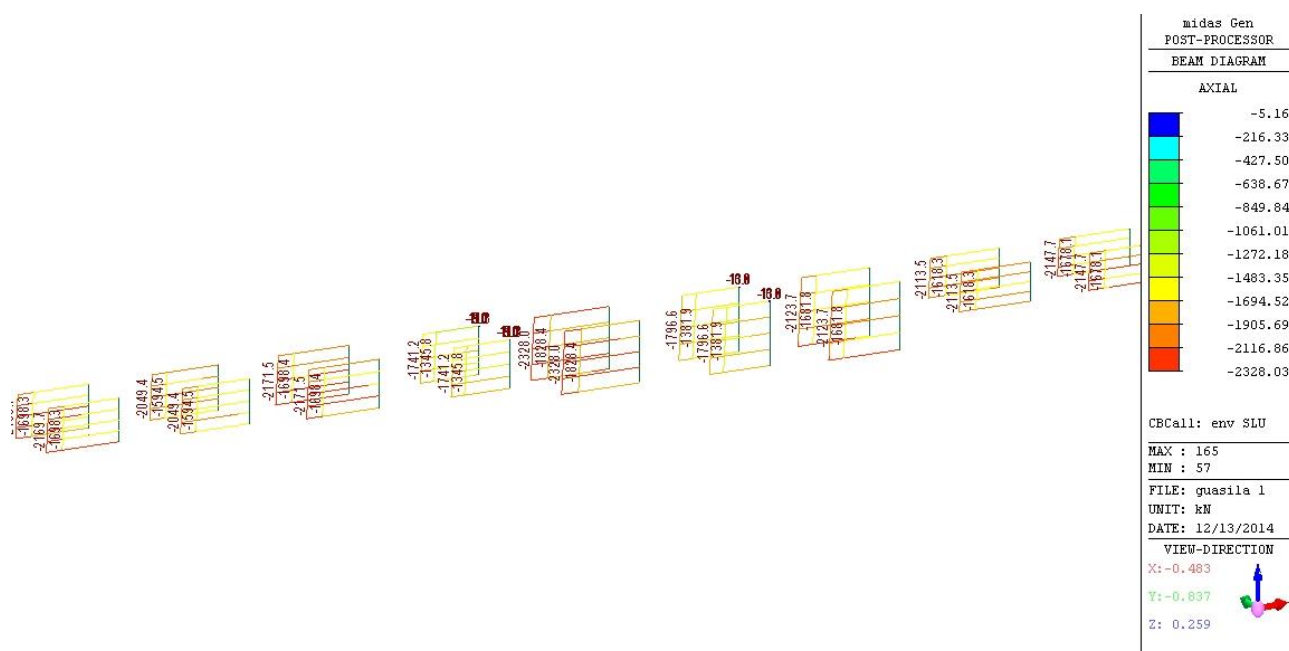


Figura 17: involucro carico assiale pilastri

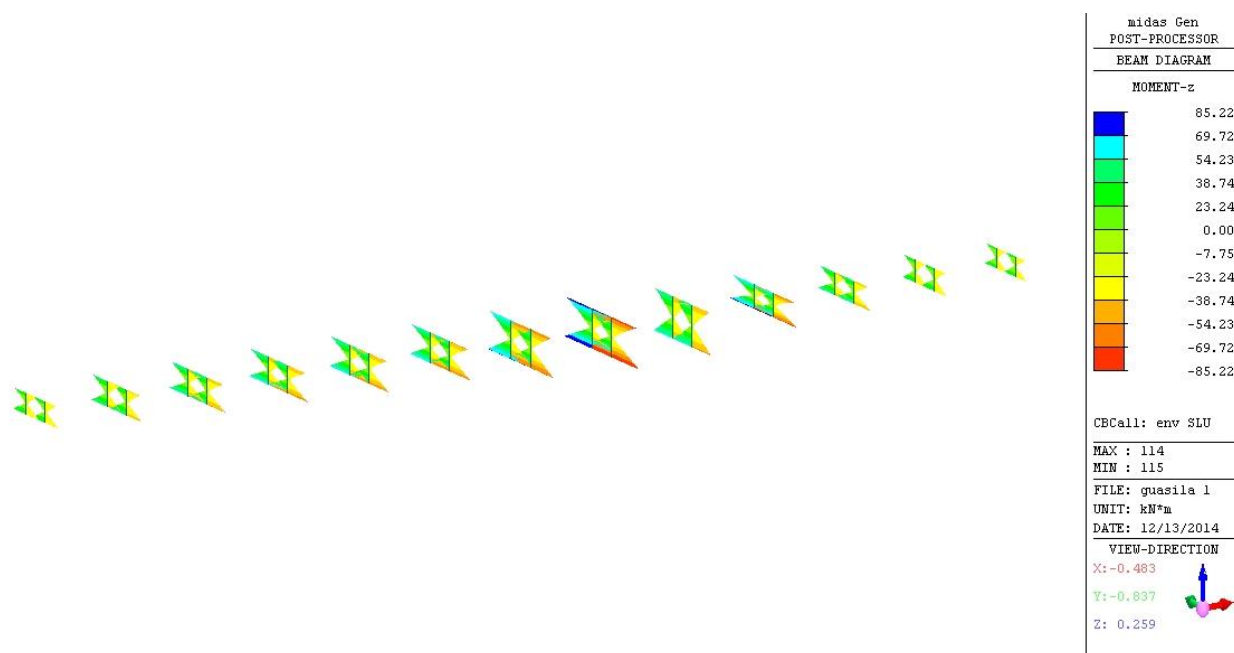


Figura 18: involucro momento flettente pilastri

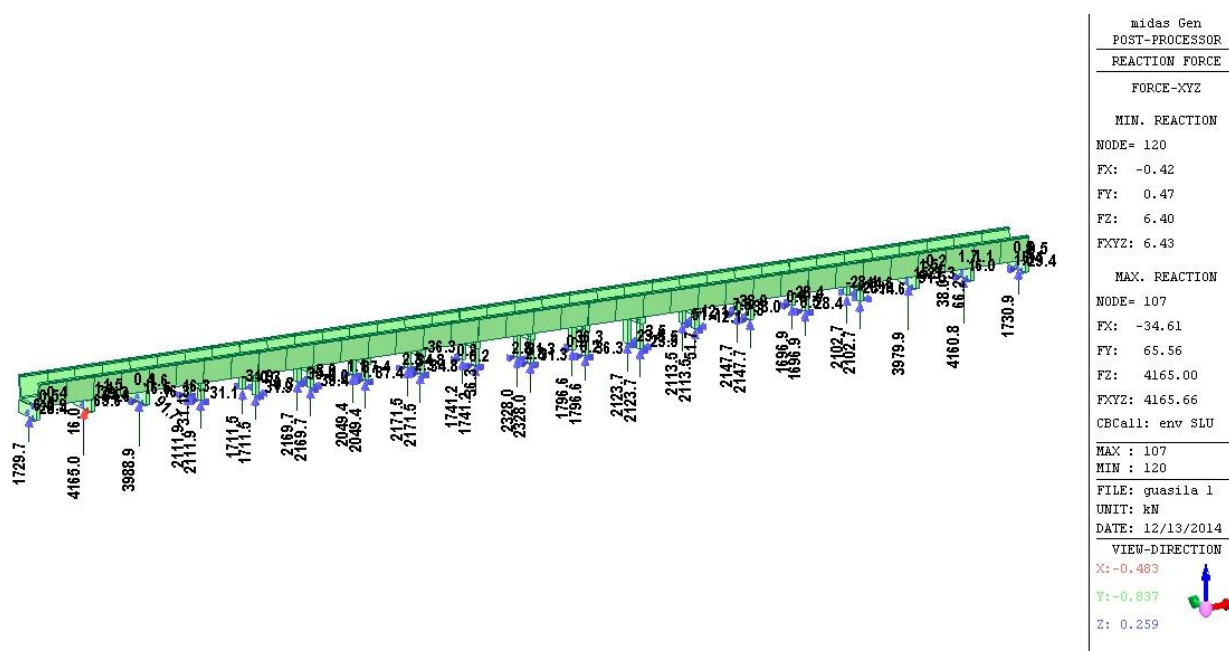


Figura 19: involucro reazioni vincolari

ALLEGATO B2

RISULTATI DEL CALCOLO FEM È GUASILA 2

INDICE

GUASILA 2	2
Dati di input.....	2
Carichi applicati.....	4
Sollecitazioni caratteristiche	5
Da peso proprio	5
Da carico idraulico	6
Da vento	8
Sollecitazioni di calcolo	10
Stato limite ultimo (involuppo)	10

GUASILA 2

Dati di input

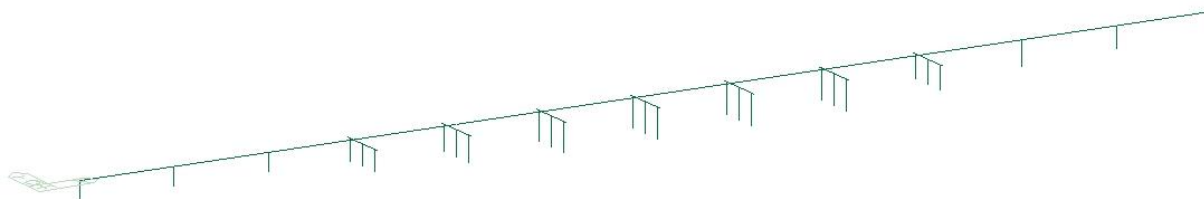


Figura 1: modello a fil di ferro

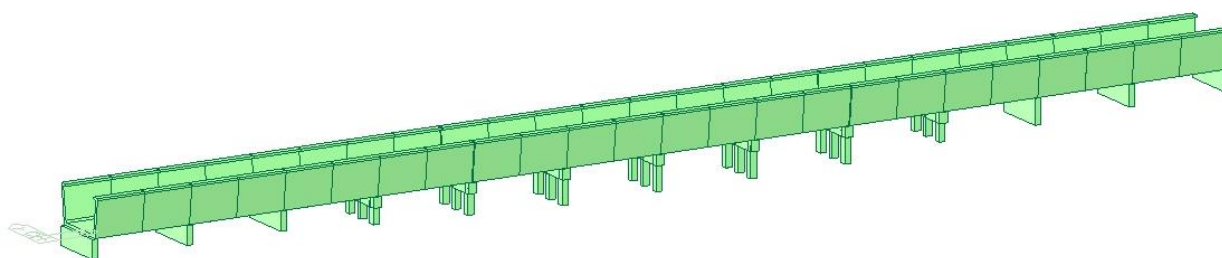


Figura 2: modello 3d

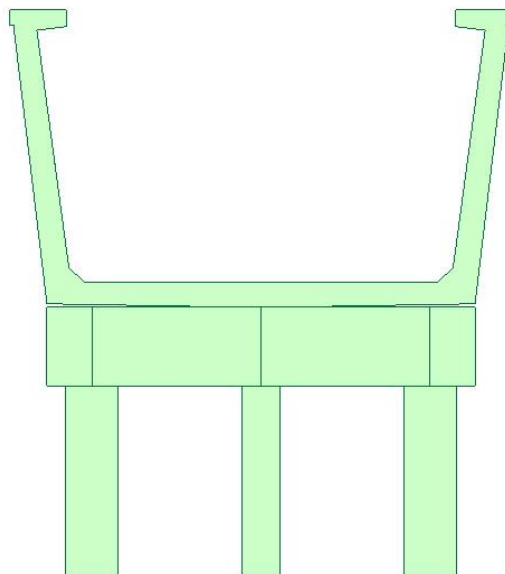


Figura 3: sezione trasversale

Carichi applicati

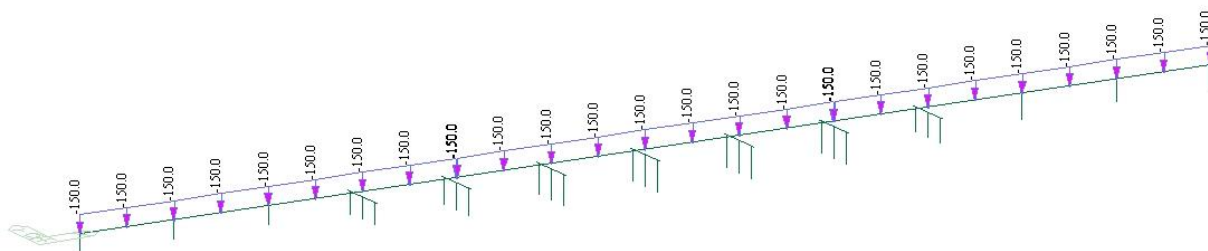


Figura 4: carico idraulico

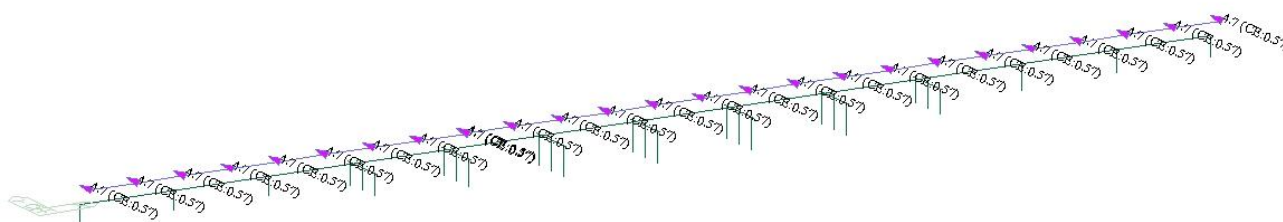


Figura 5: carico da vento

Sollecitazioni caratteristiche

Da peso proprio

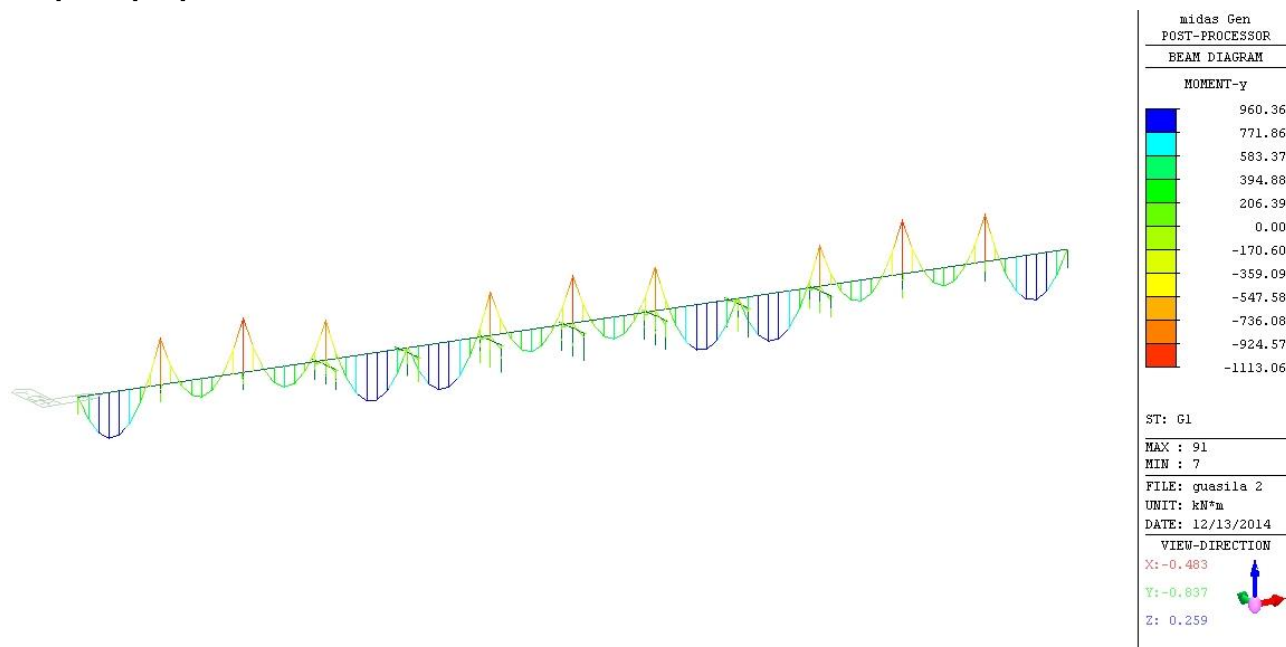


Figura 6: momento flettente dovuto al peso proprio

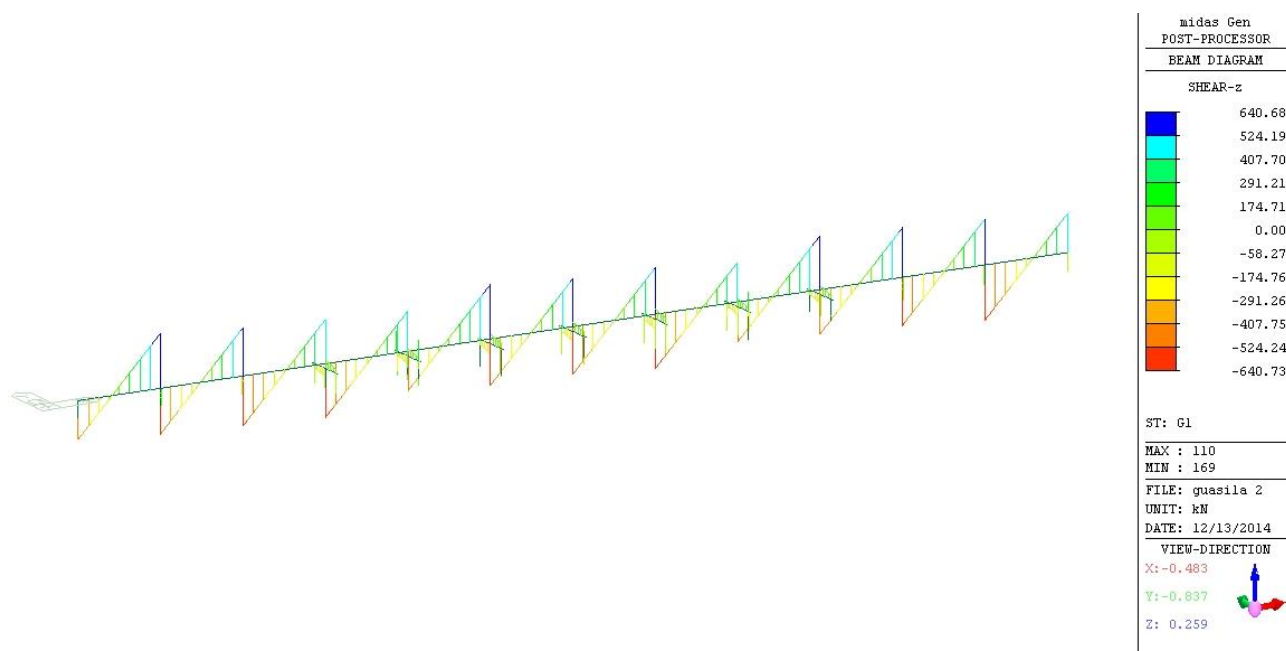


Figura 7: taglio dovuto al peso proprio

Valutazione dello stato di degrado e verifica del grado di sicurezza strutturale dei ponti
canale denominati %Selegas+, %Guasila 1+ %Guasila 2+e %Segariu+

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO B2

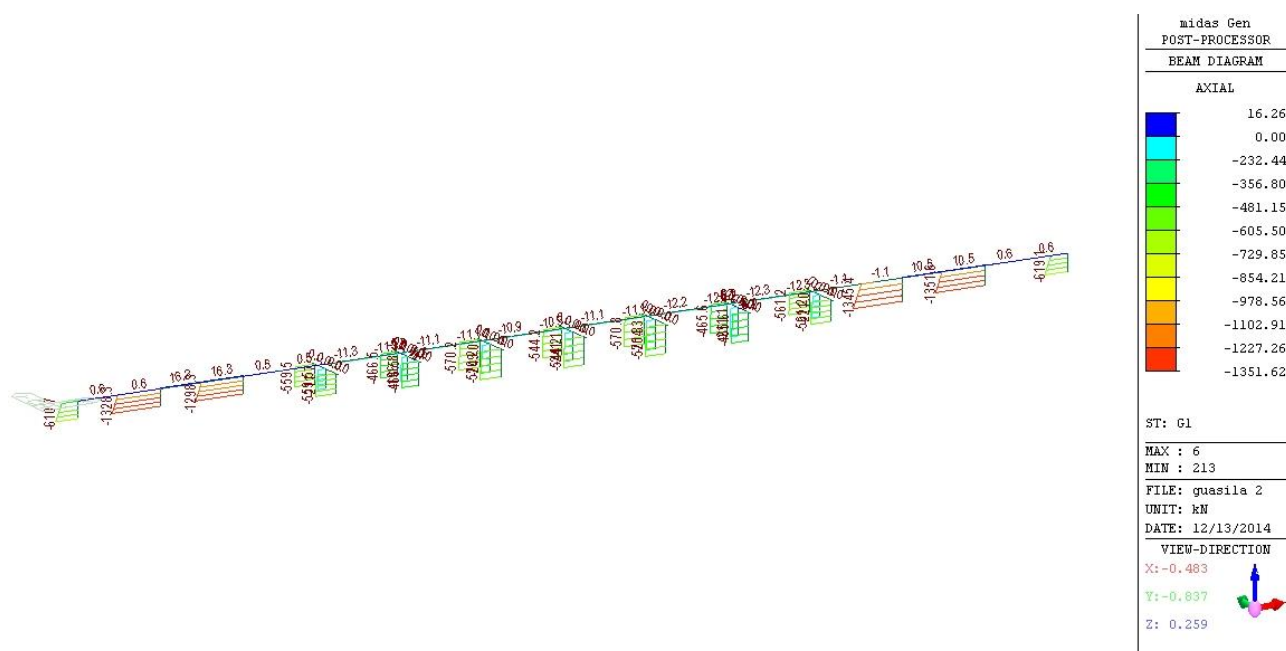


Figura 8: carico normale dovuto a peso proprio

Da carico idraulico

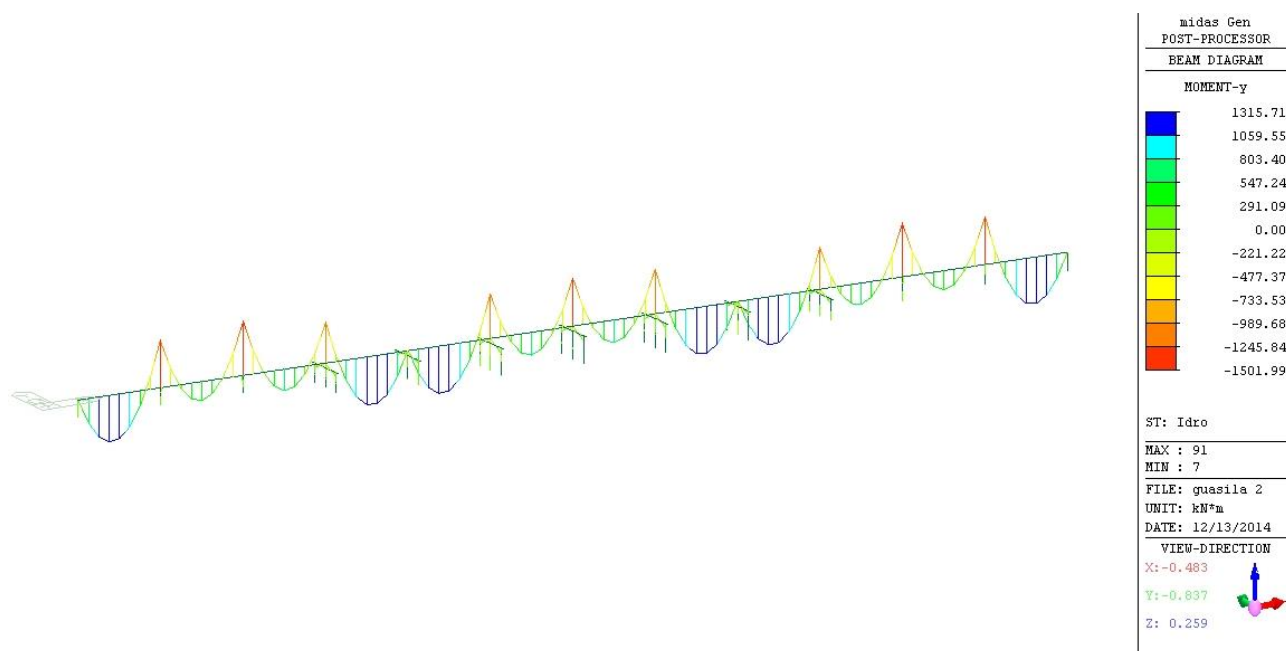


Figura 9: momento flettente dovuto al carico idraulico

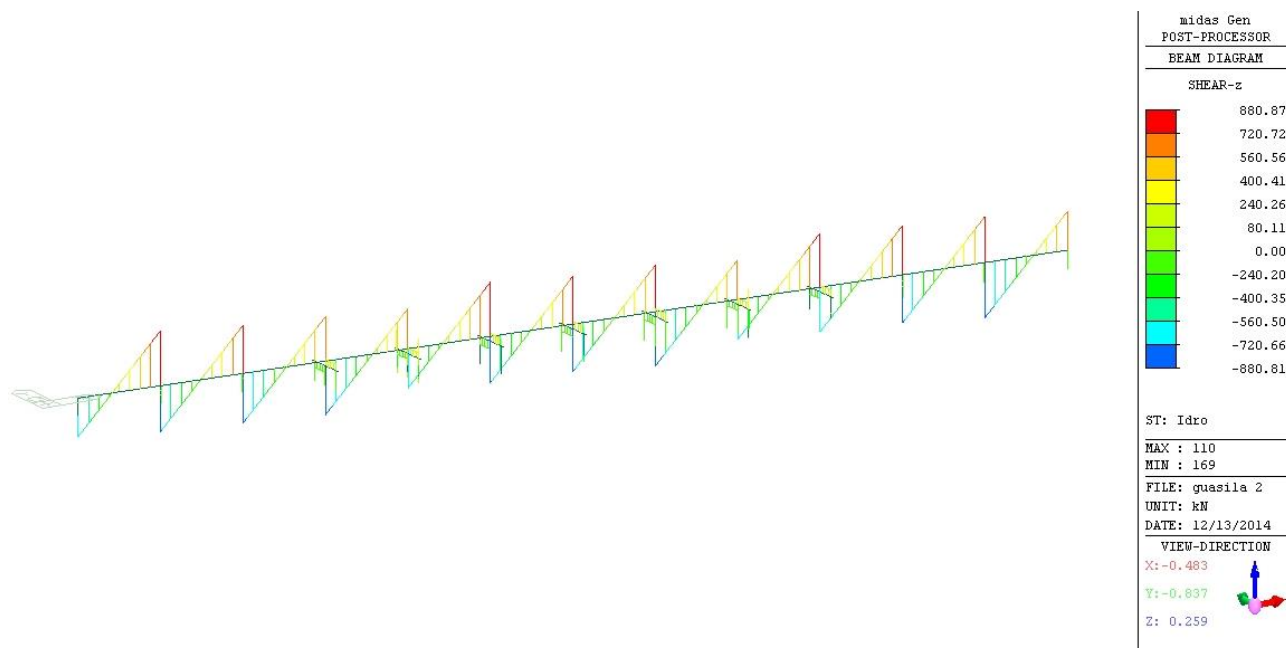


Figura 10: taglio dovuto al carico idraulico

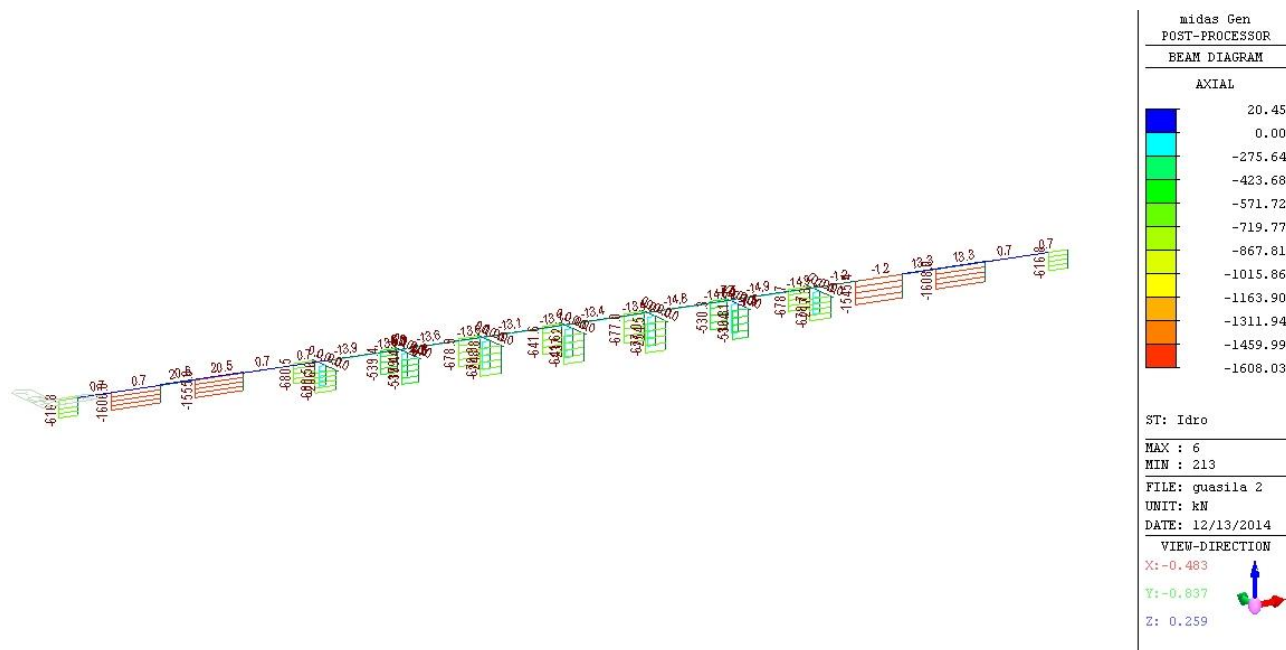


Figura 11: carico normale dovuto al carico idraulico

Da vento

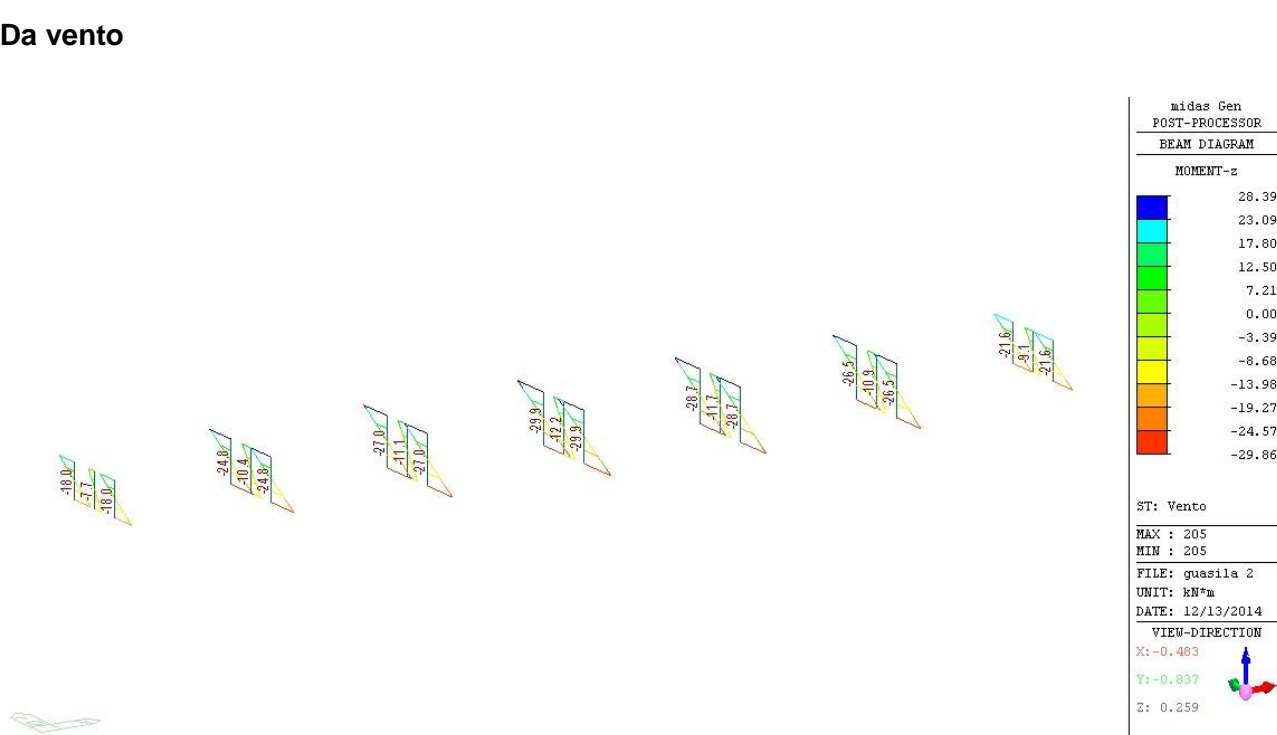


Figura 12: momento flettente dovuto al vento

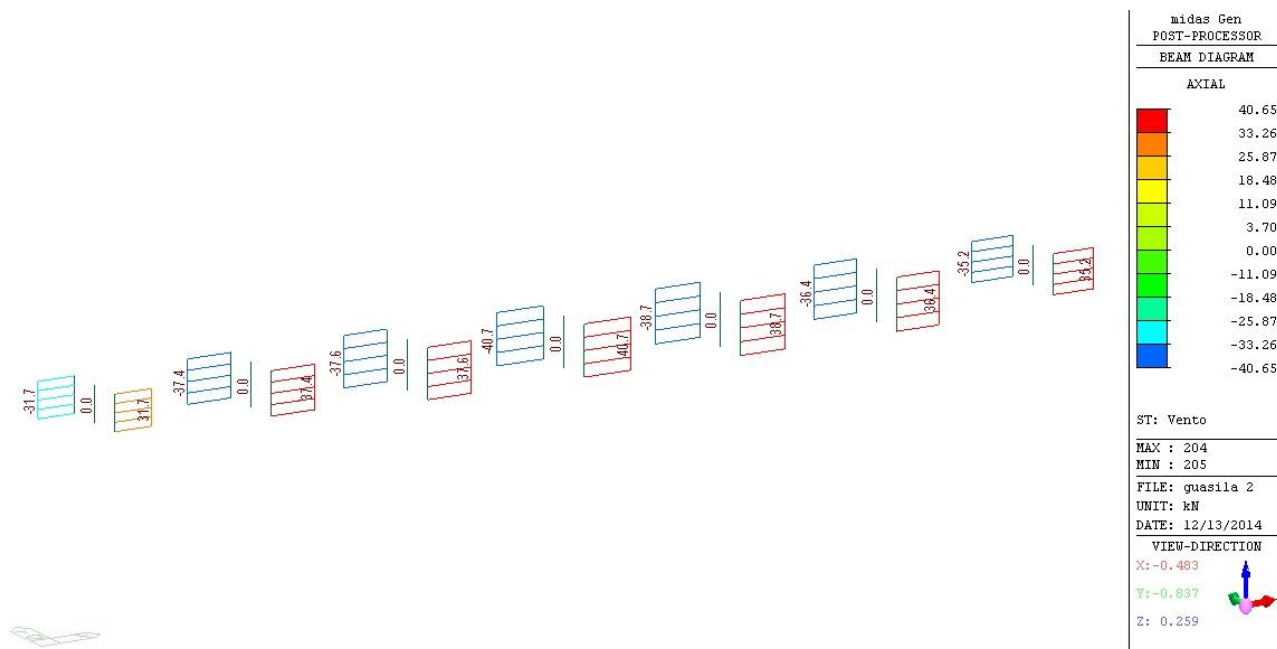


Figura 13: carico assiale dovuto al vento

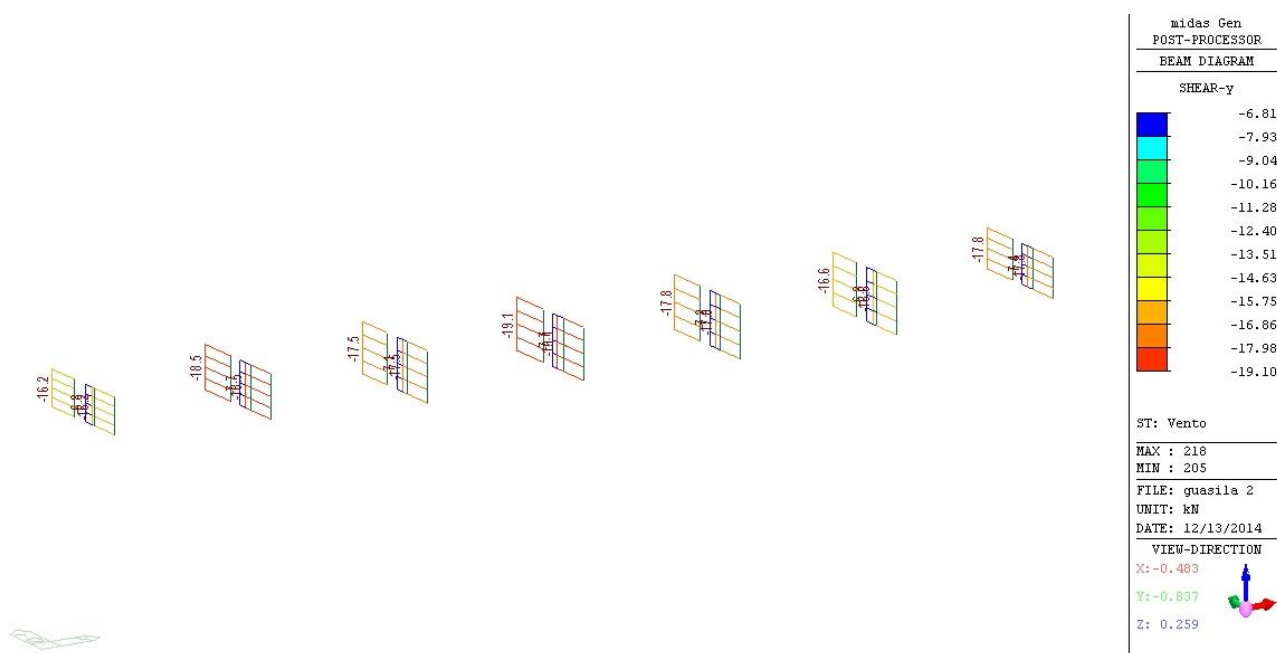


Figura 14: taglio dovuto al vento

Sollecitazioni di calcolo

Stato limite ultimo (inviluppo)

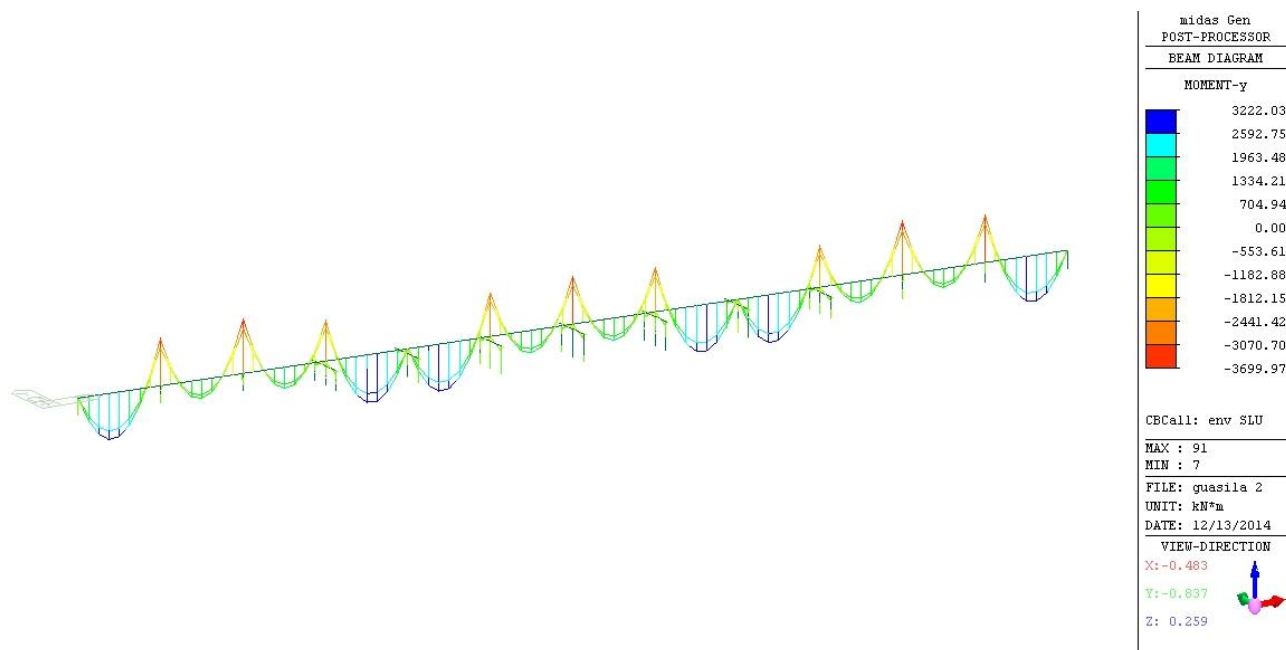


Figura 15: inviluppo momenti flettenti

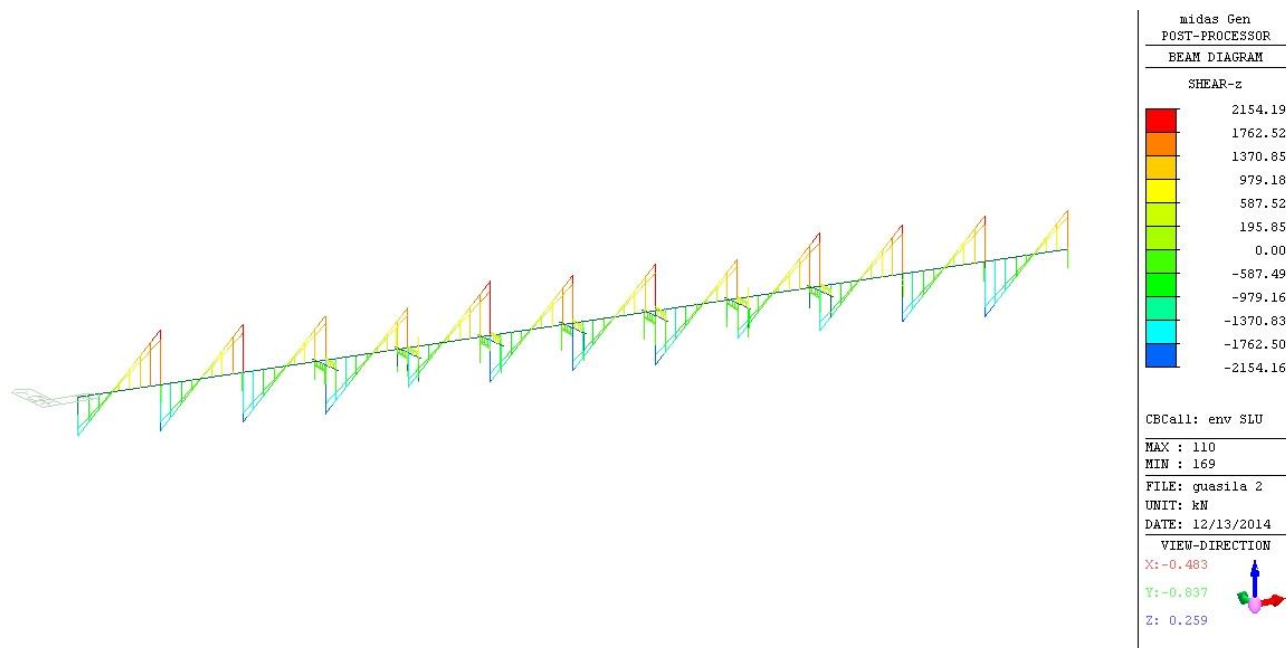


Figura 16: inviluppo taglio

Valutazione dello stato di degrado e verifica del grado di sicurezza strutturale dei ponti
canale denominati %Selegas+, %Guasila 1+, %Guasila 2+e %Segariu+

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO B2

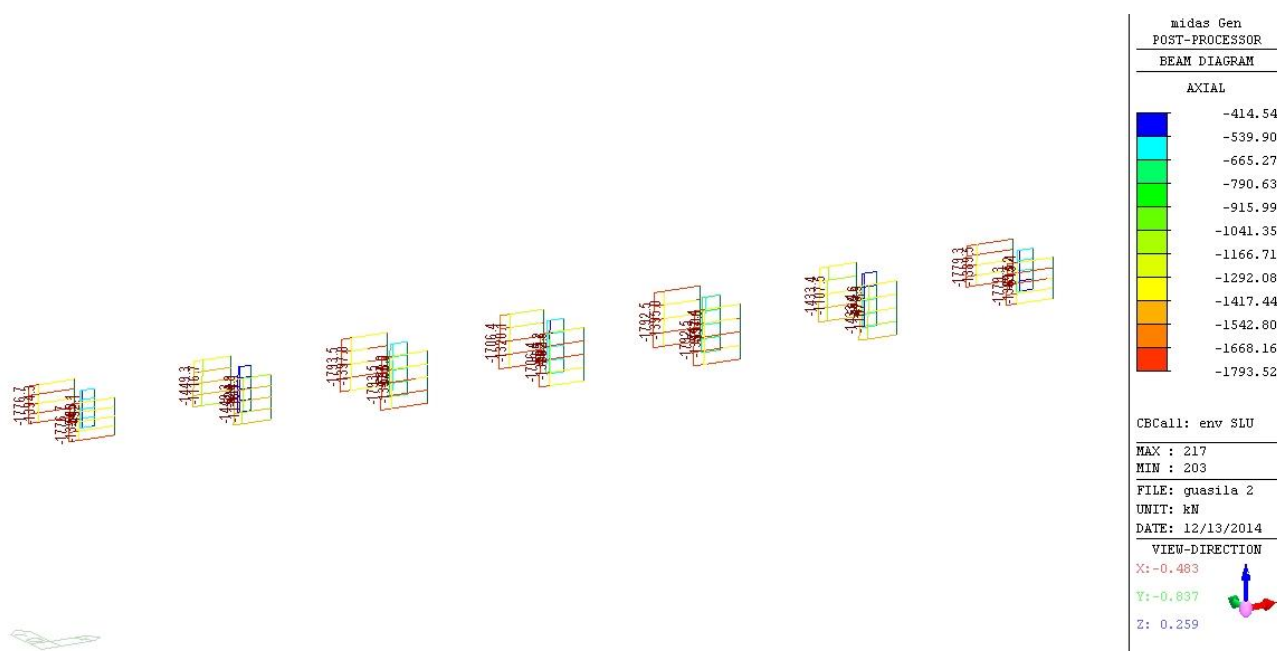


Figura 17: involucro carico assiale pilastri

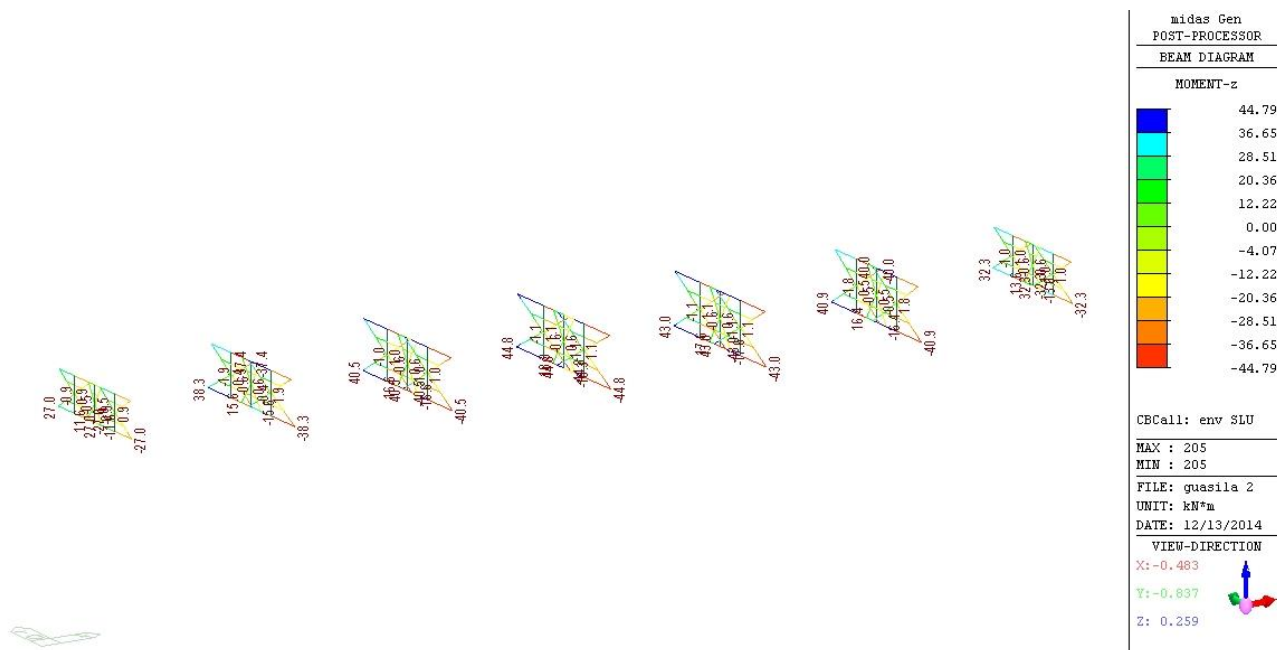


Figura 18: involucro momento flettente pilastri

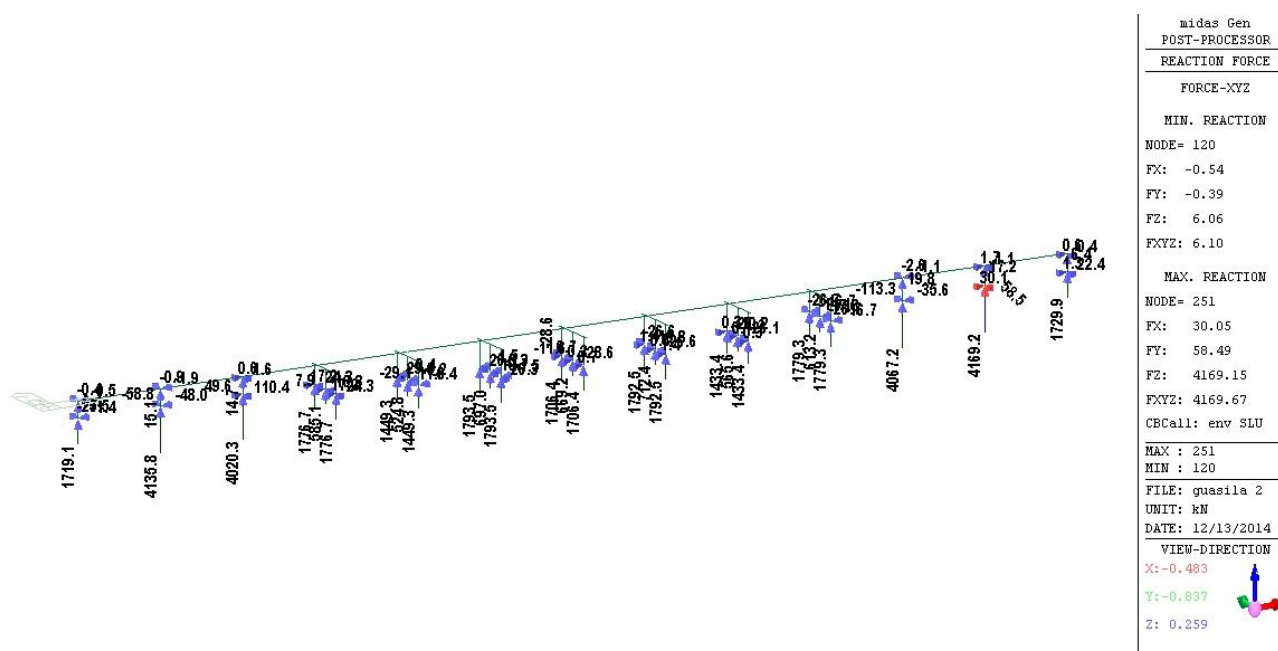


Figura 19: involucro reazioni vincolari

ALLEGATO B3

RISULTATI DEL CALCOLO FEM È SELEGAS

INDICE

SELEGAS.....	2
Dati di input.....	2
Carichi applicati.....	4
Sollecitazioni caratteristiche	5
Da peso proprio	5
Da carico idraulico	6
Da vento	8
Sollecitazioni di calcolo	10
Stato limite ultimo (involuppo)	10

SELEGAS

Dati di input

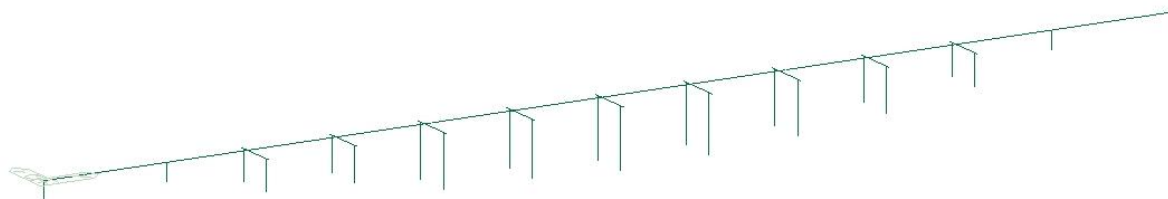


Figura 1: modello a fil di ferro

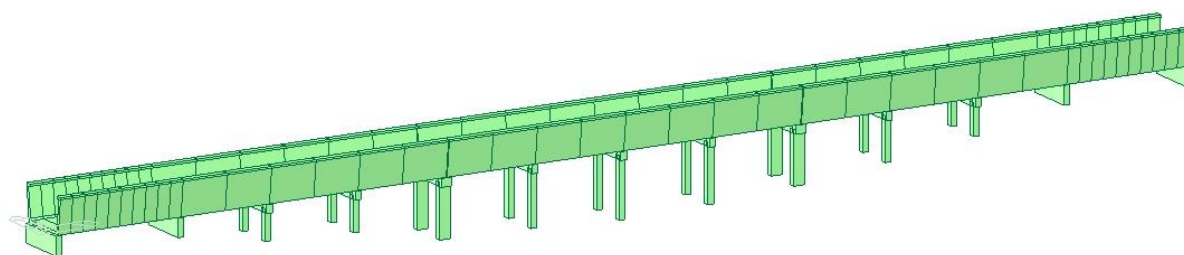


Figura 2: modello 3d

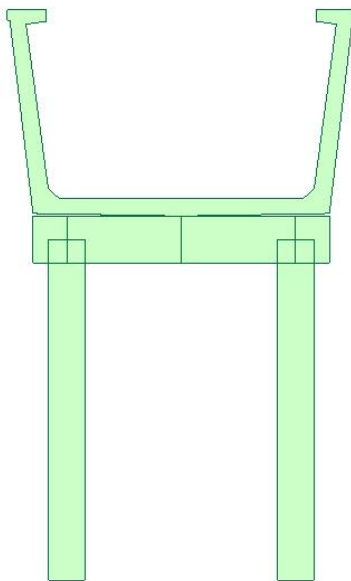


Figura 3: sezione trasversale

Carichi applicati

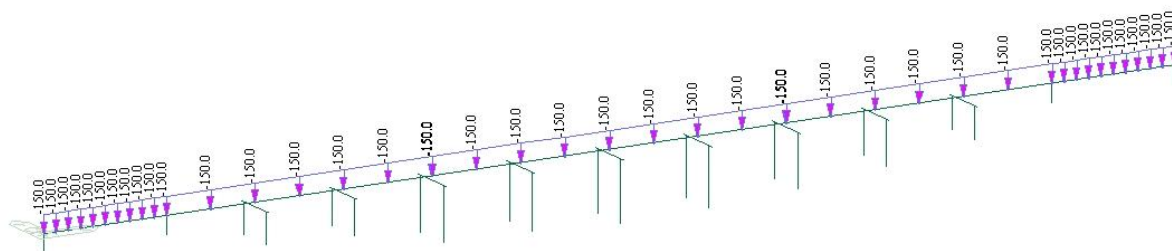


Figura 4: carico idraulico

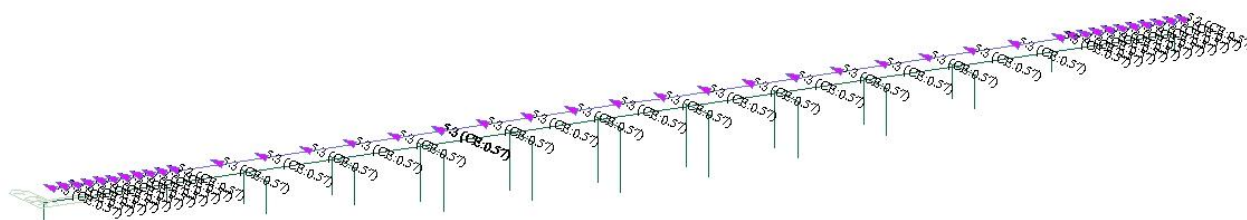


Figura 5: carico da vento

Sollecitazioni caratteristiche

Da peso proprio

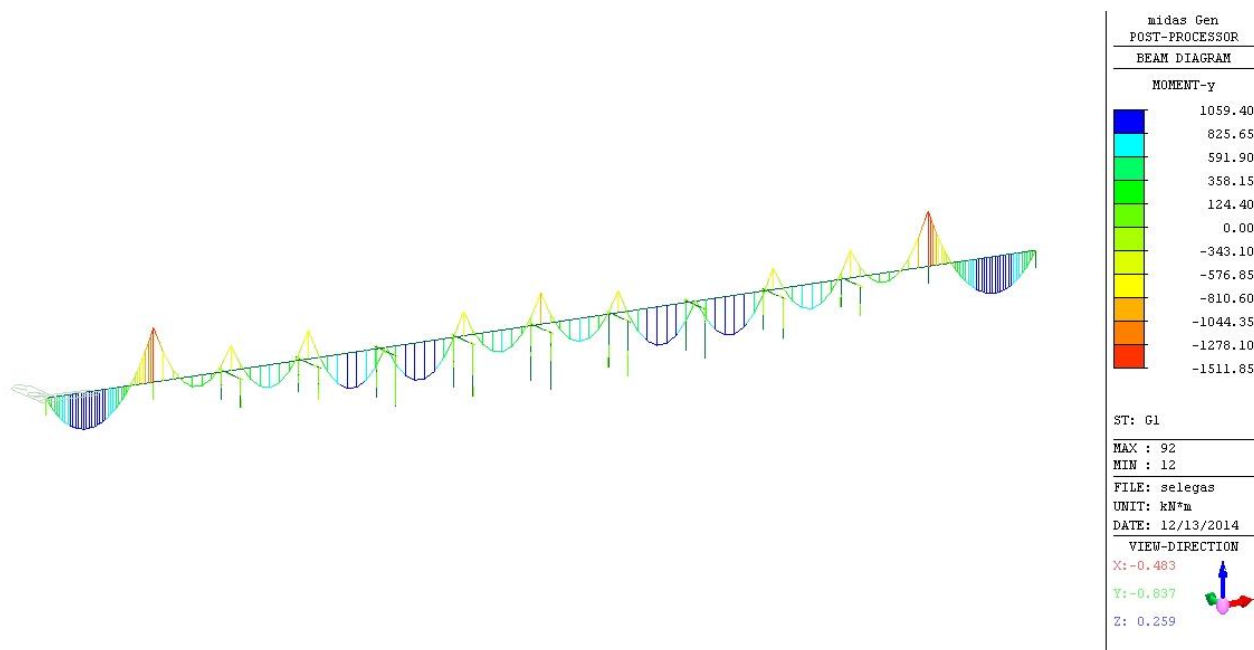


Figura 6: momento flettente dovuto al peso proprio

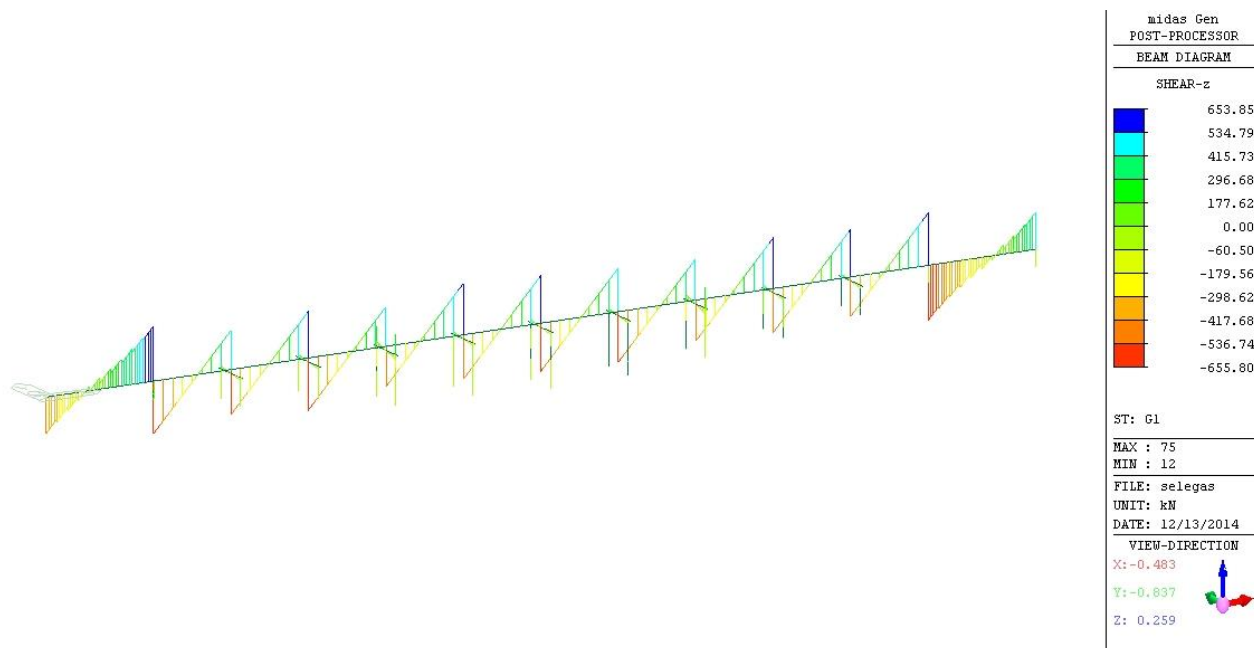


Figura 7: taglio dovuto al peso proprio

Valutazione dello stato di degrado e verifica del grado di sicurezza strutturale dei ponti
canale denominati %Selegas+, %Guasila 1+, %Guasila 2+e %Segariu+

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO B3

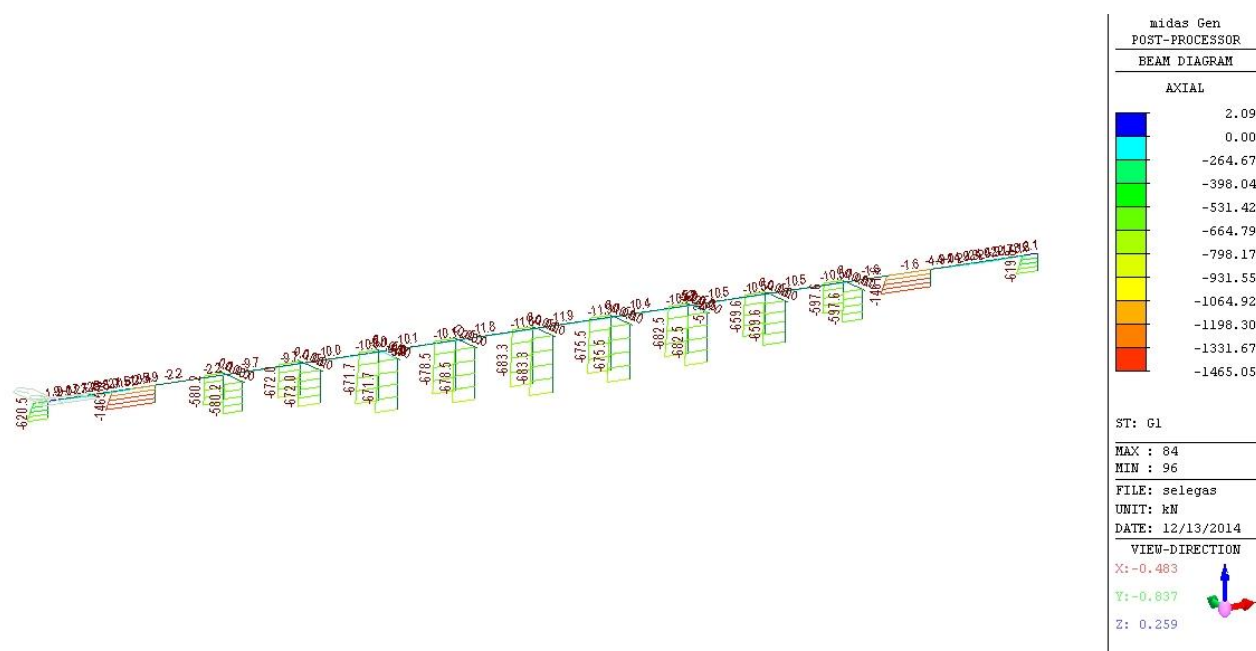


Figura 8: carico normale dovuto a peso proprio

Da carico idraulico

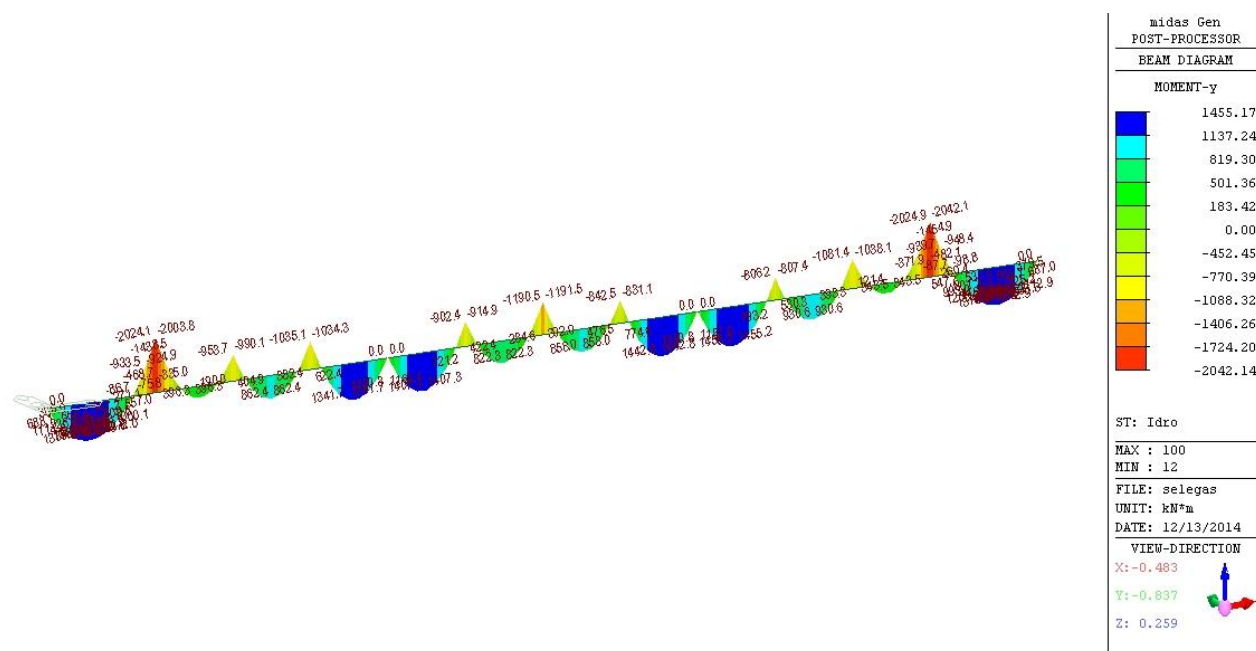


Figura 9: momento flettente dovuto al carico idraulico

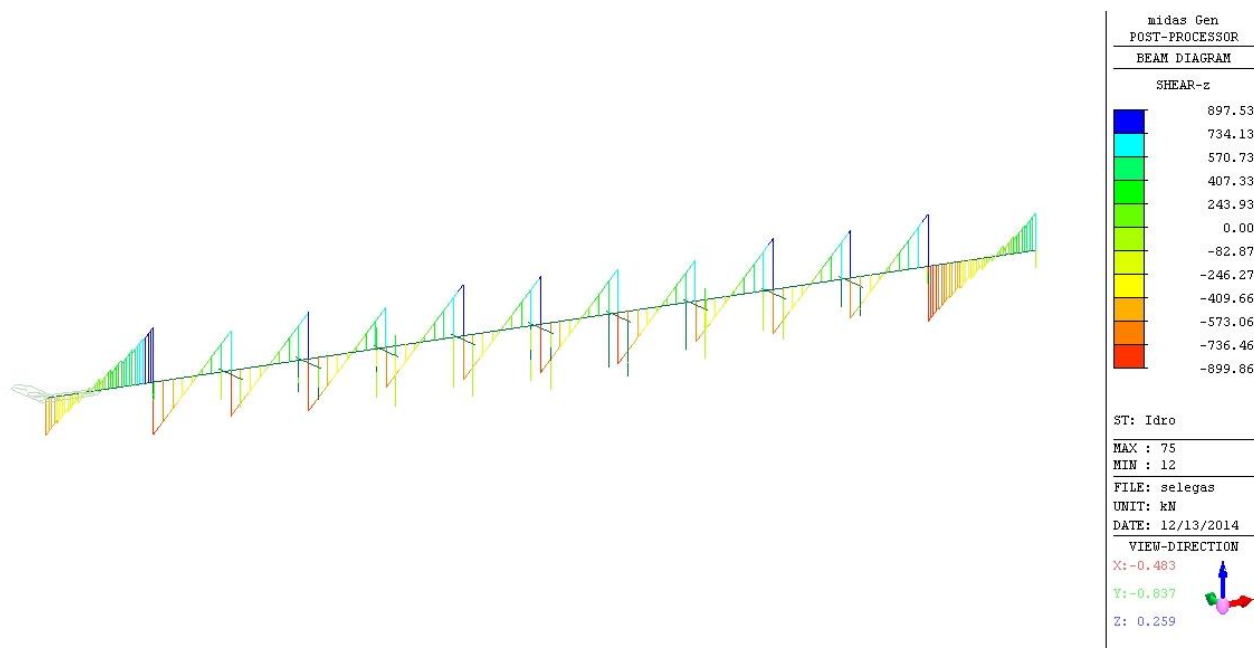


Figura 10: taglio dovuto al carico idraulico

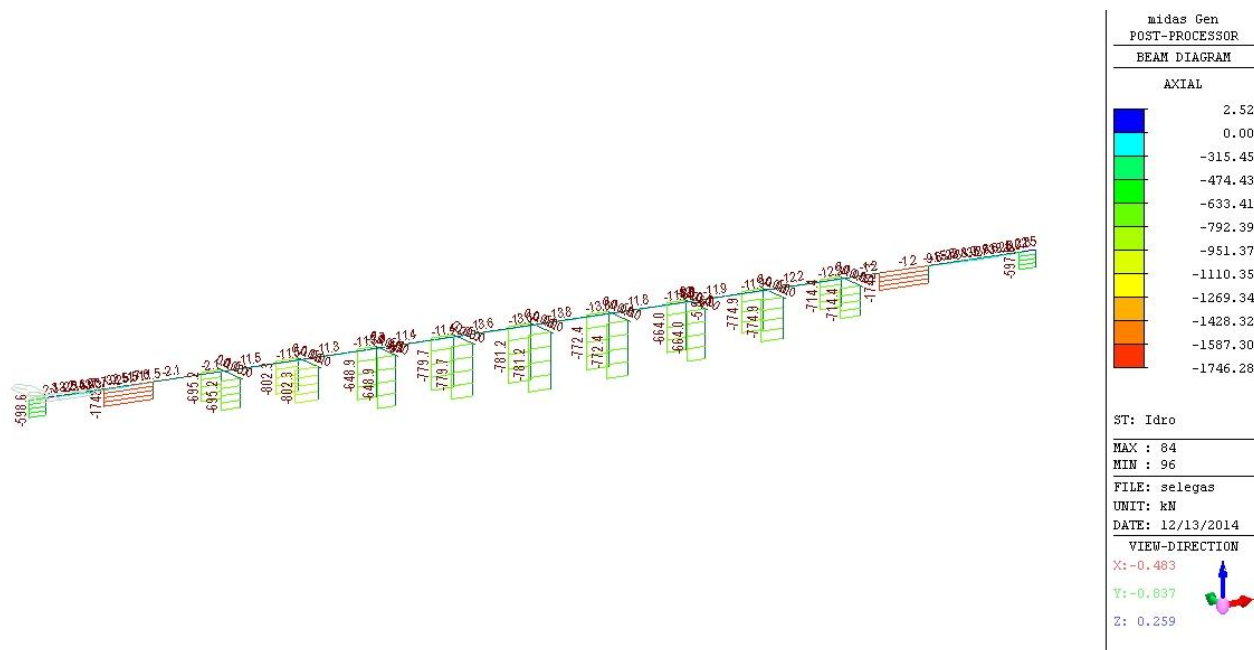


Figura 11: carico normale dovuto al carico idraulico

Da vento

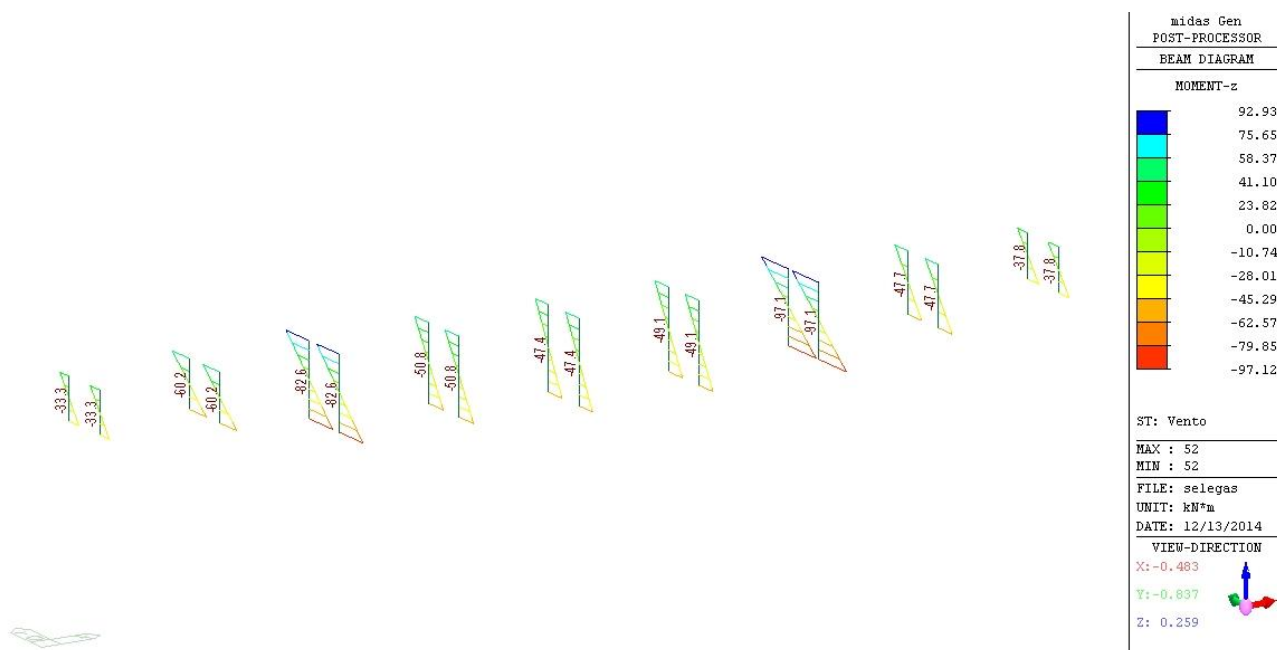


Figura 12: momento flettente dovuto al vento

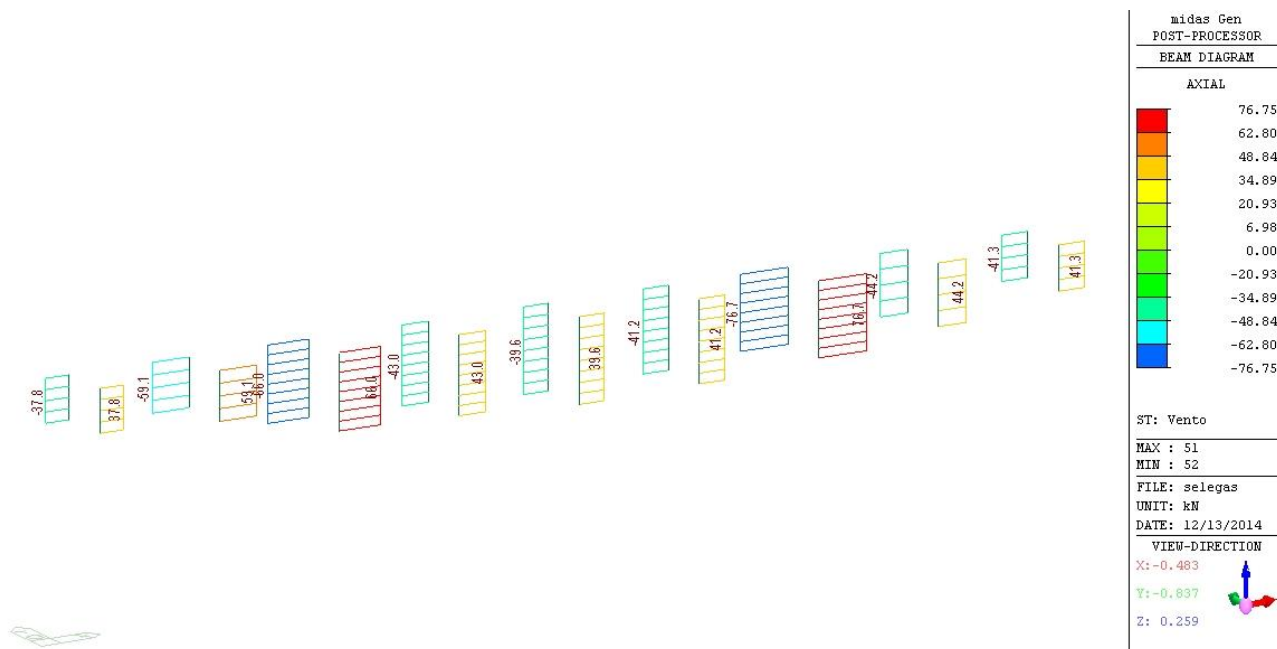


Figura 13: carico assiale dovuto al vento

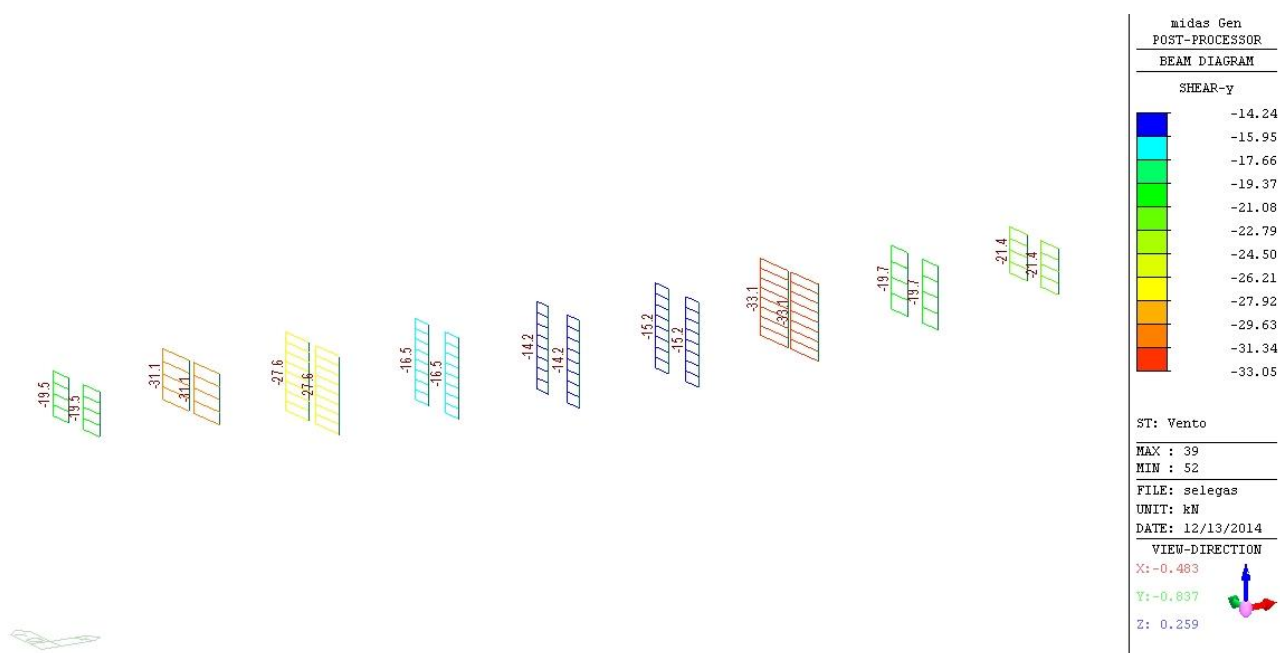


Figura 14: taglio dovuto al vento

Sollecitazioni di calcolo

Stato limite ultimo (involuppo)

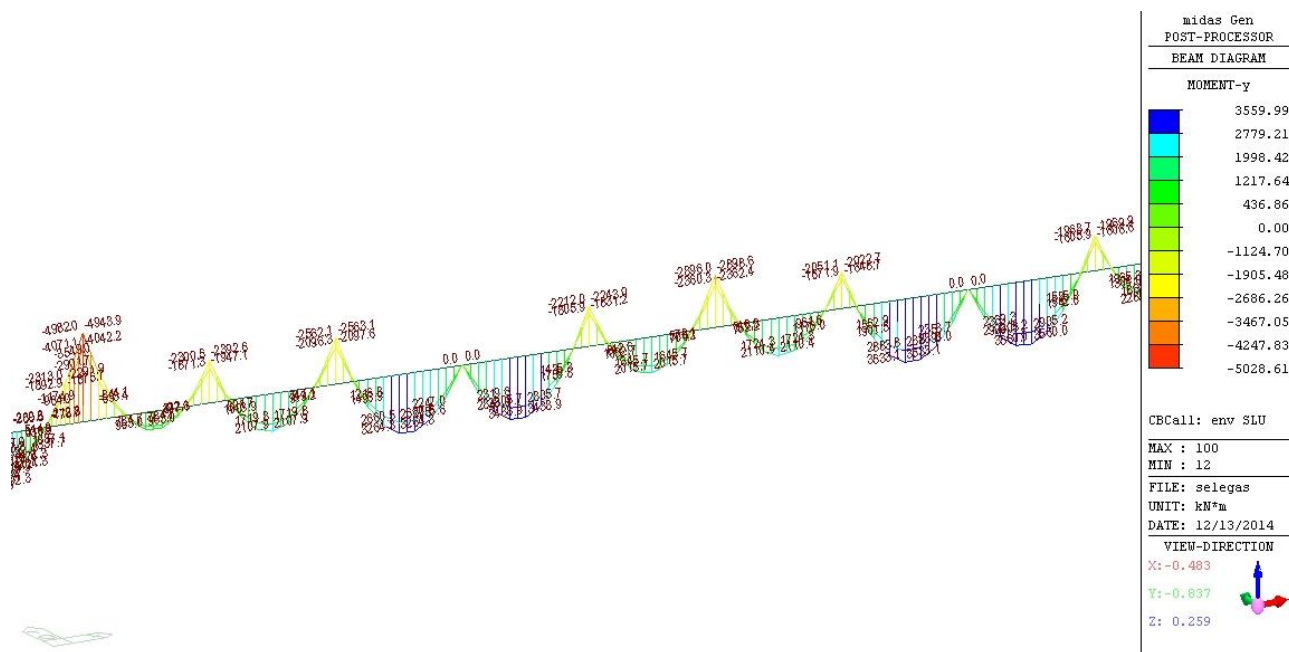


Figura 15: involucro momenti flettenti

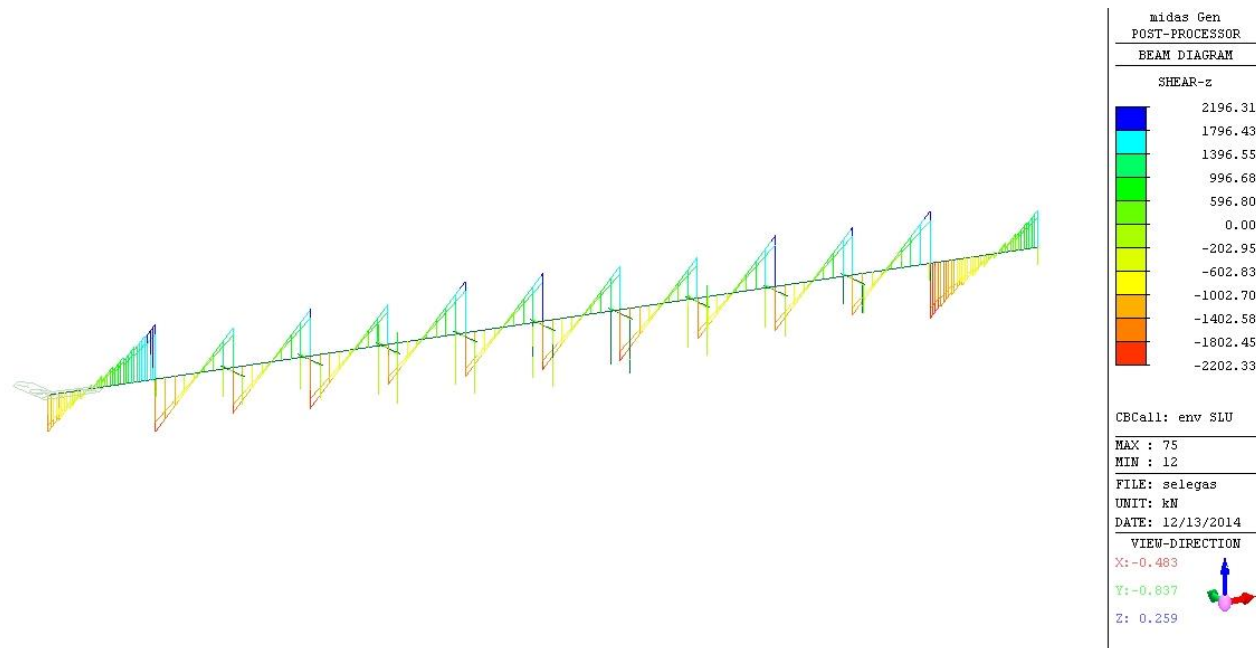


Figura 16: involucro taglio

Valutazione dello stato di degrado e verifica del grado di sicurezza strutturale dei ponti
canale denominati %Selegas+, %Guasila 1+, %Guasila 2+e %Segariu+

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO B3

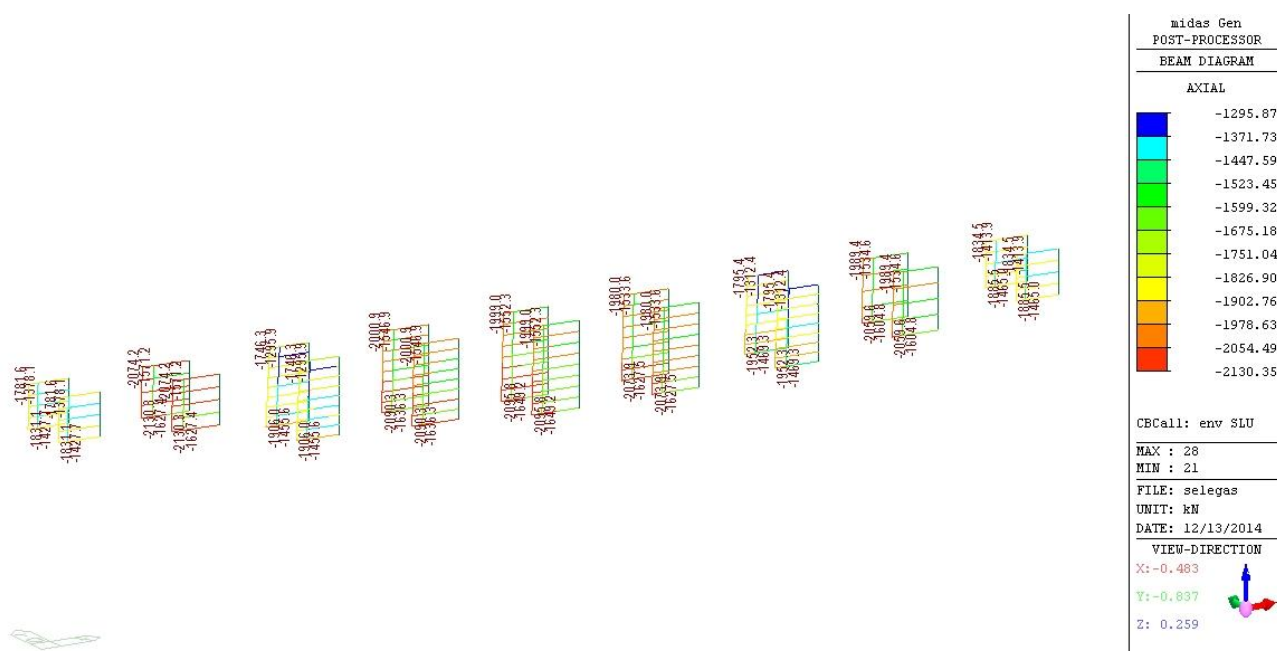


Figura 17: involucro carico assiale pilastri

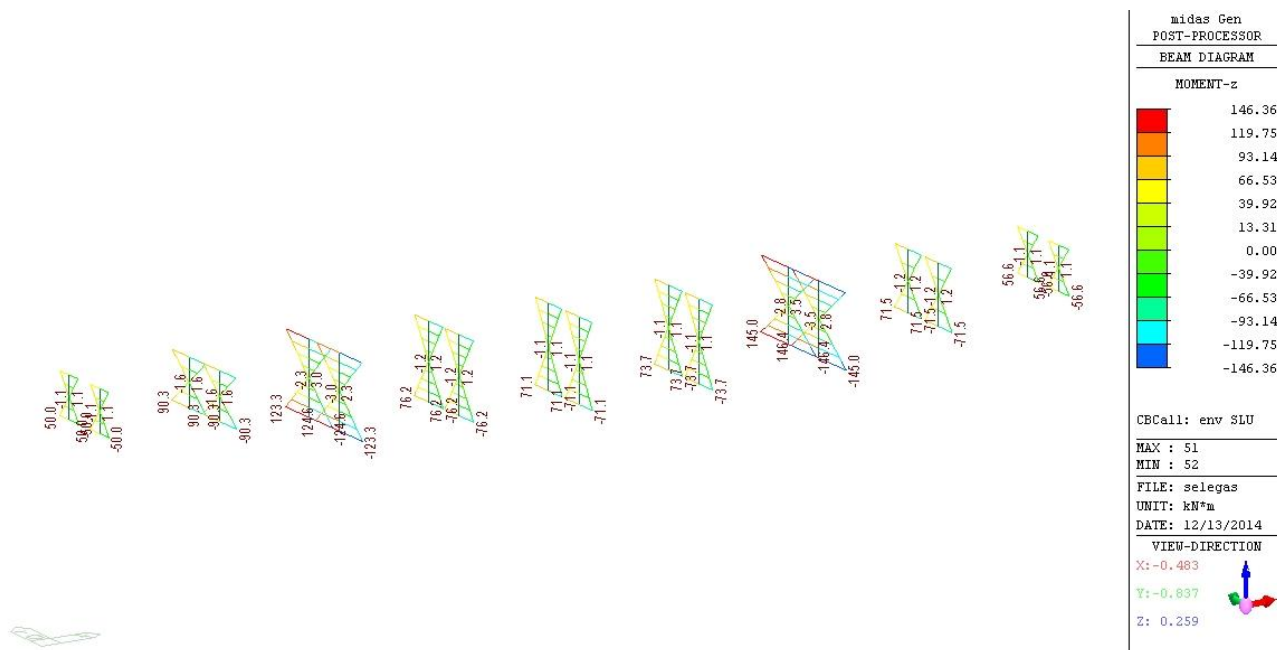


Figura 18: involucro momento flettente pilastri

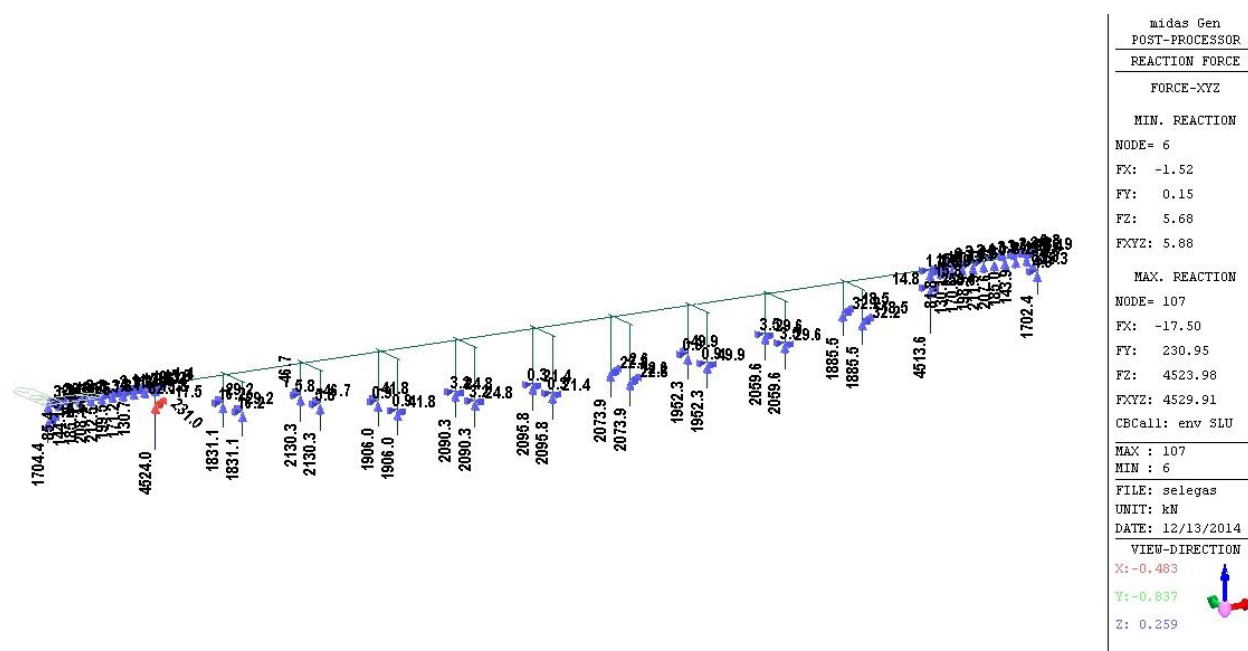


Figura 19: involucro reazioni vincolari

ALLEGATO B4

RISULTATI DEL CALCOLO FEM È SEGARIU

INDICE

SEGARIU	2
Dati di input.....	2
Carichi applicati.....	4
Sollecitazioni caratteristiche	5
Da peso proprio	5
Da carico idraulico	6
Da vento	8
Sollecitazioni di calcolo	10
Stato limite ultimo (involuppo)	10

SEGARIU

Dati di input

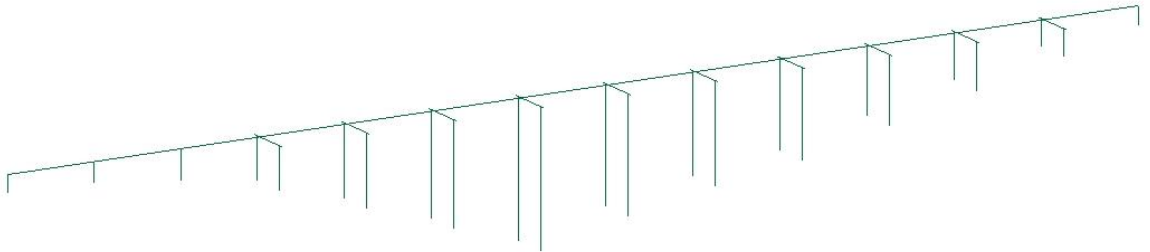


Figura 1: modello a fil di ferro

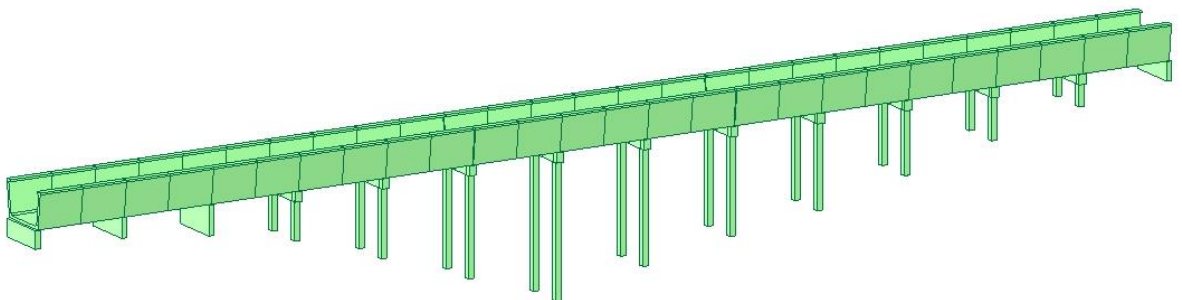


Figura 2: modello 3d

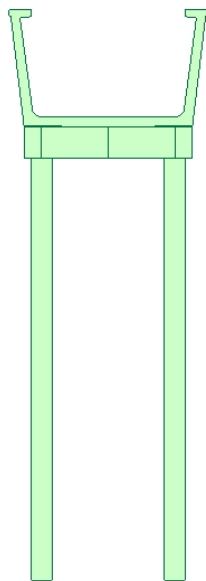


Figura 3: sezione trasversale

Carichi applicati

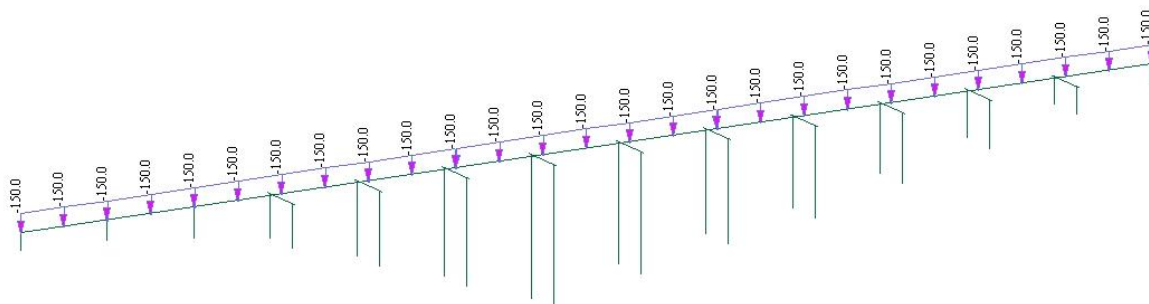


Figura 4: carico idraulico

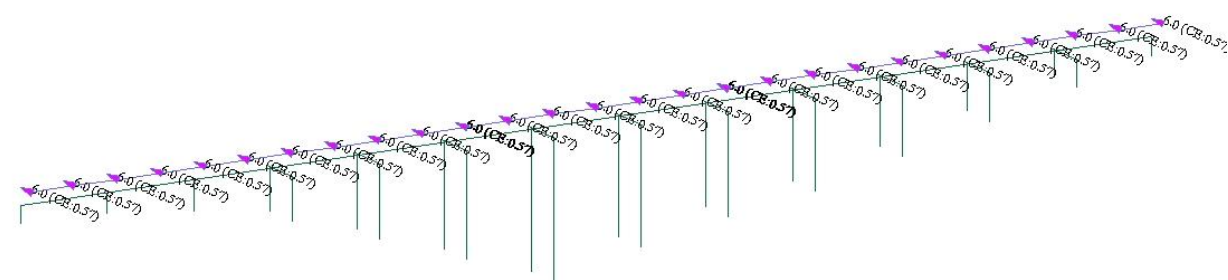


Figura 5: carico da vento

Sollecitazioni caratteristiche

Da peso proprio

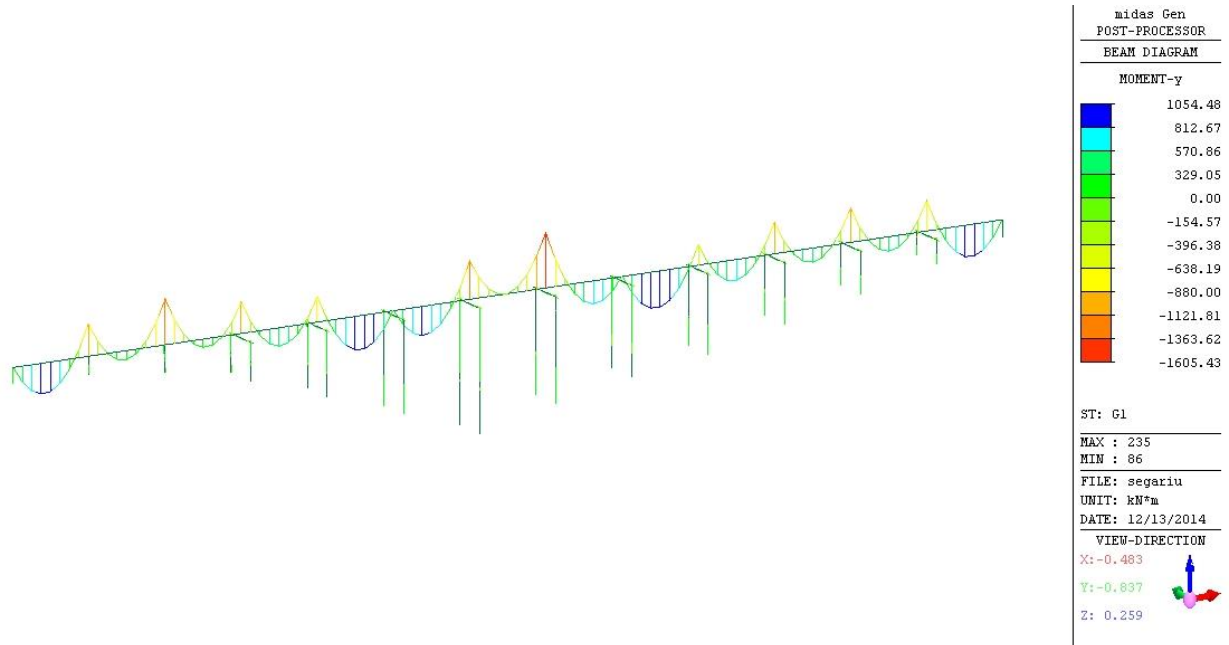


Figura 6: momento flettente dovuto al peso proprio

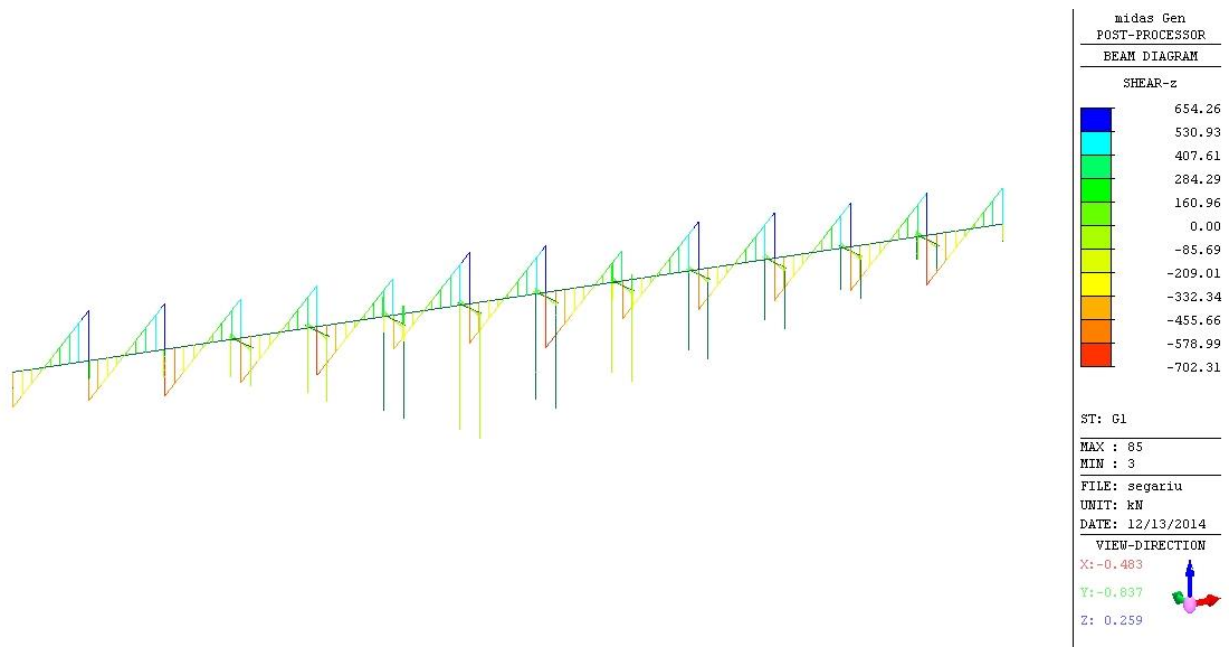


Figura 7: taglio dovuto al peso proprio

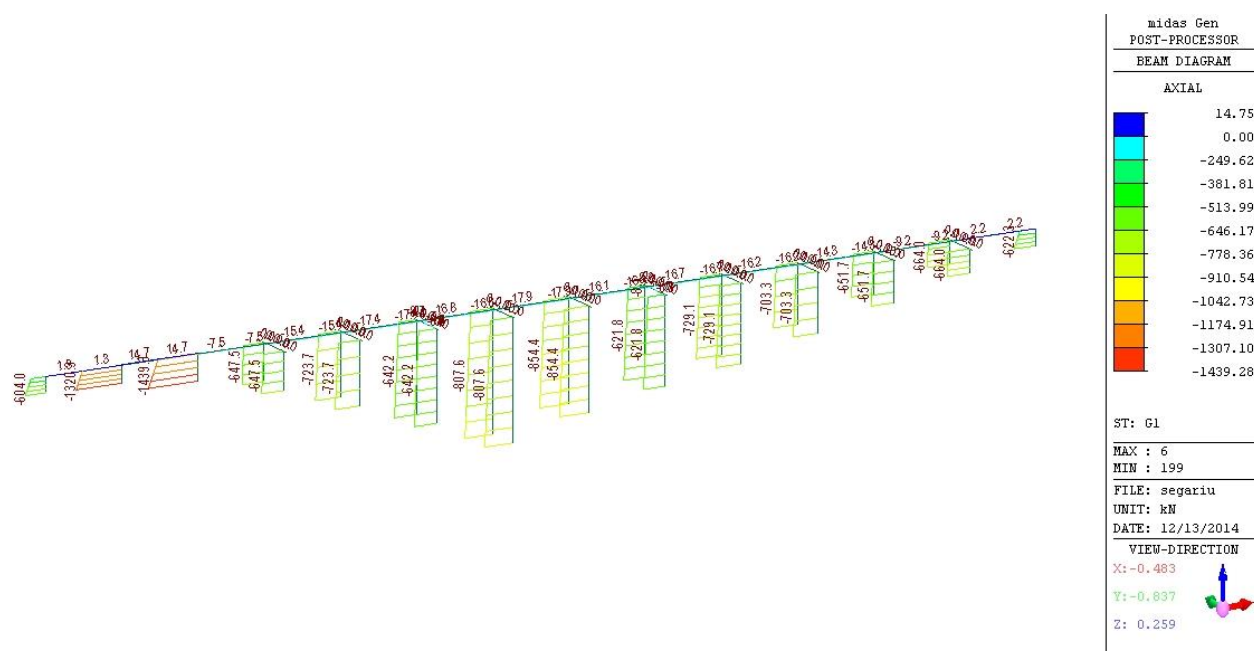


Figura 8: carico normale dovuto a peso proprio

Da carico idraulico

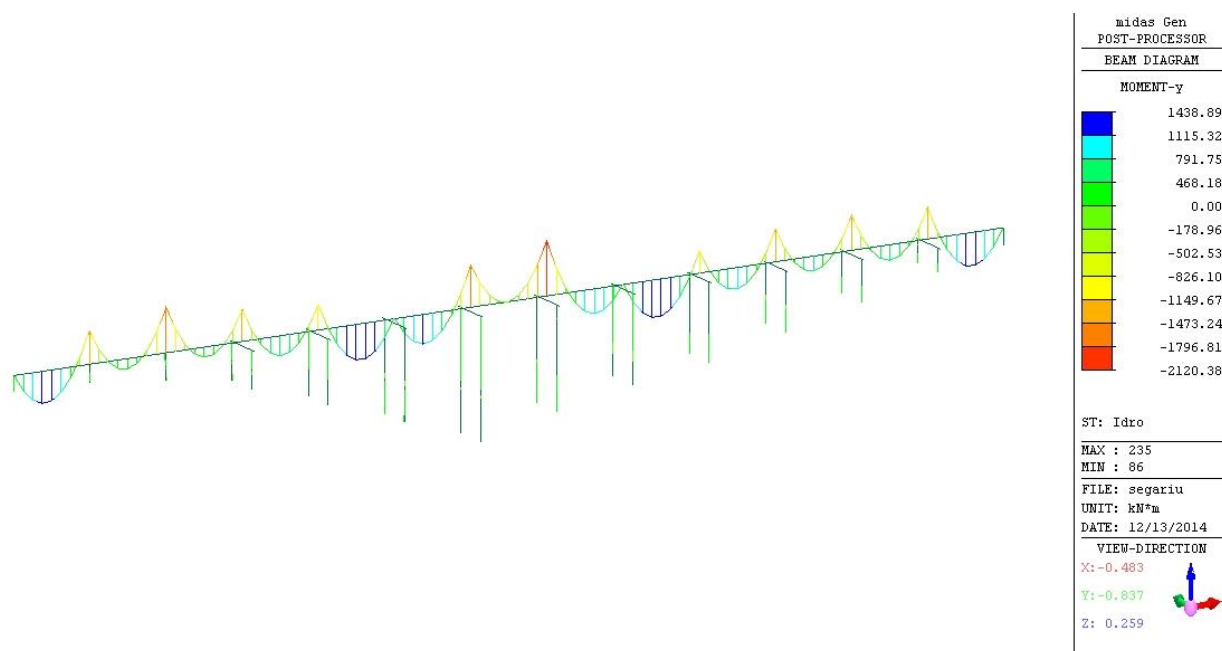


Figura 9: momento flettente dovuto al carico idraulico

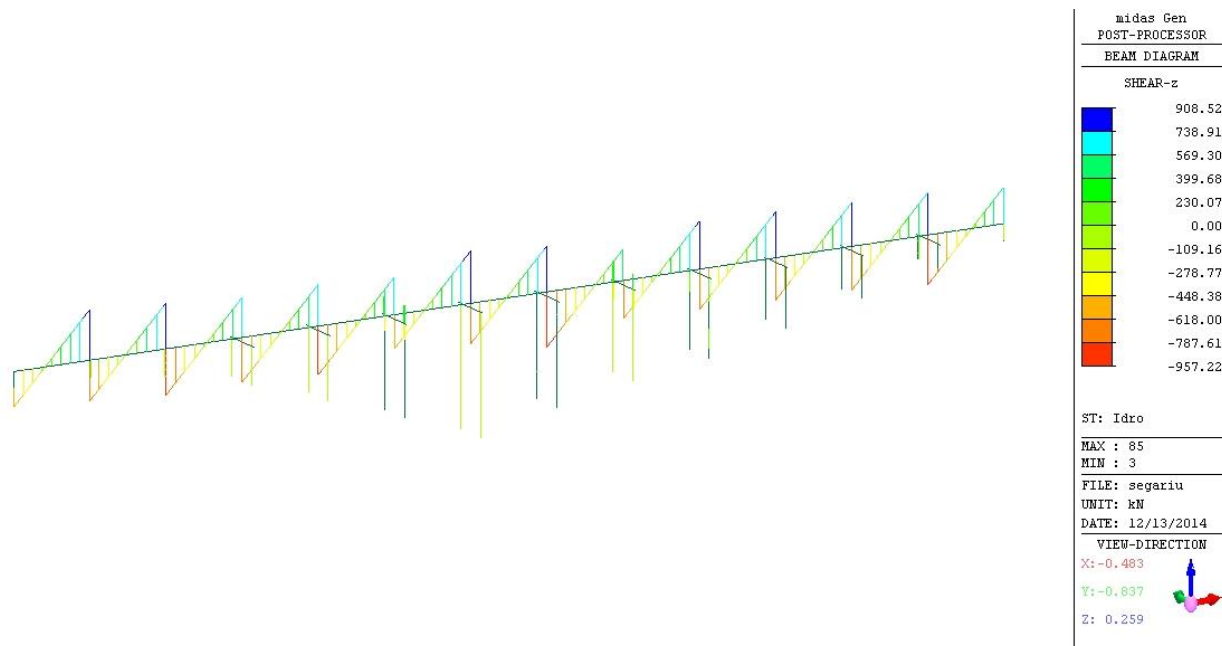


Figura 10: taglio dovuto al carico idraulico

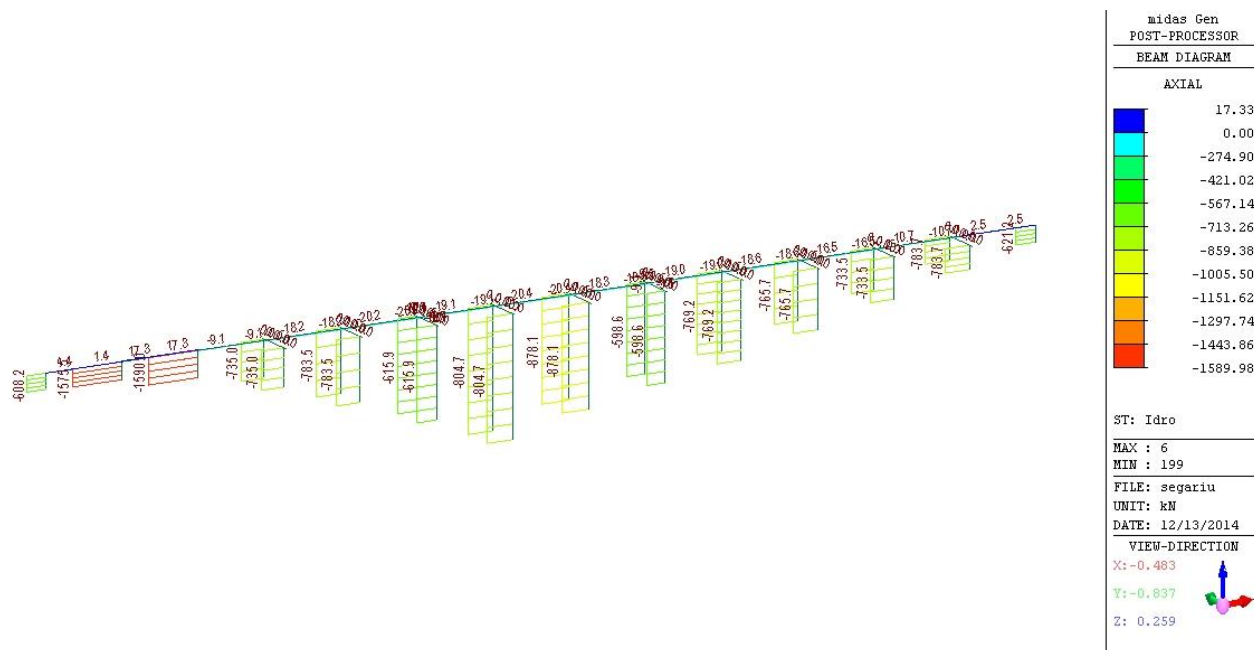


Figura 11: carico normale dovuto al carico idraulico

Da vento

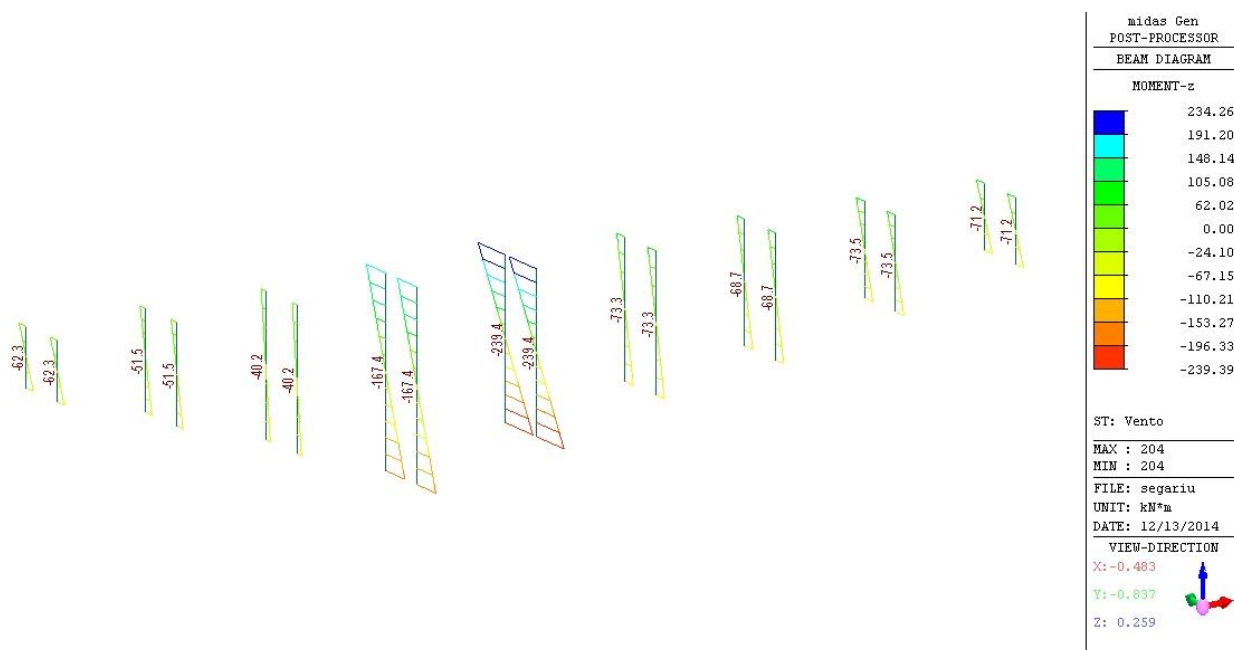


Figura 12: momento flettente dovuto al vento

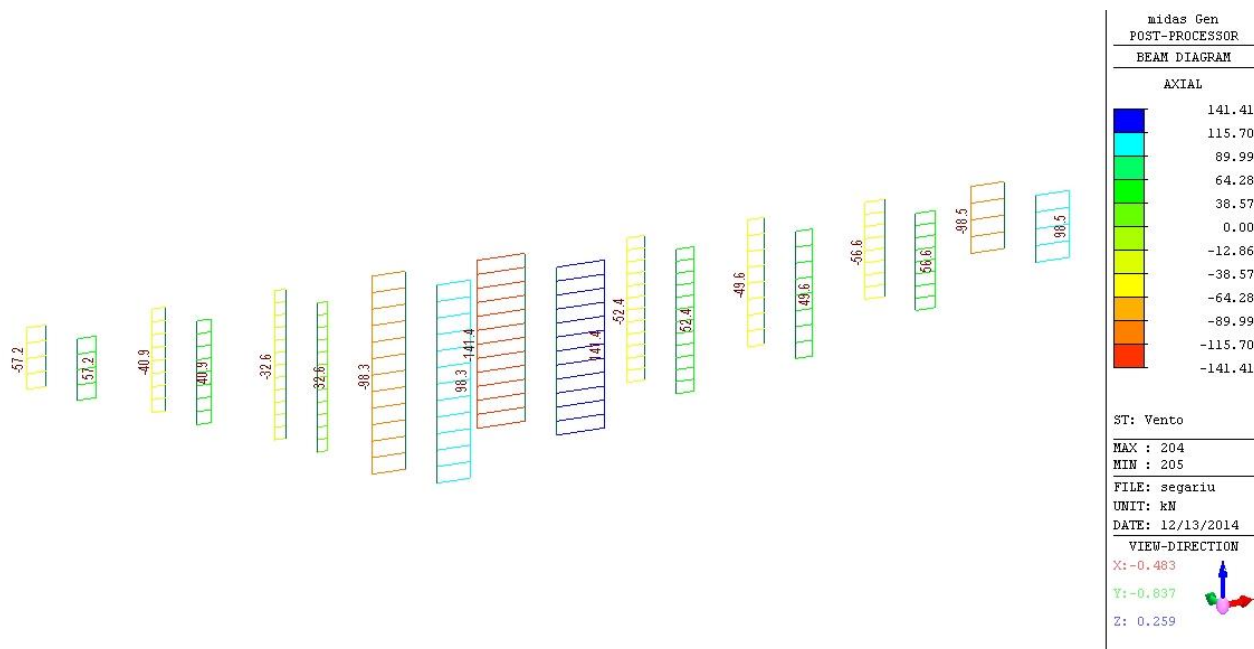


Figura 13: carico assiale dovuto al vento

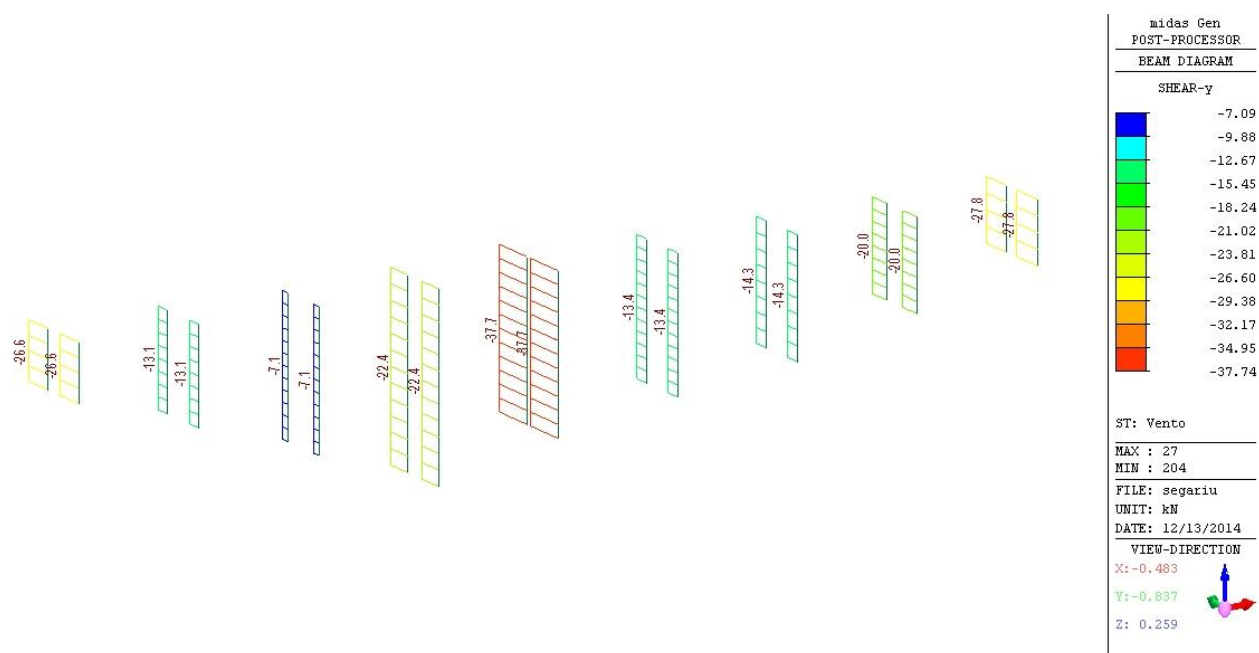


Figura 14: taglio dovuto al vento

Sollecitazioni di calcolo

Stato limite ultimo (involuppo)

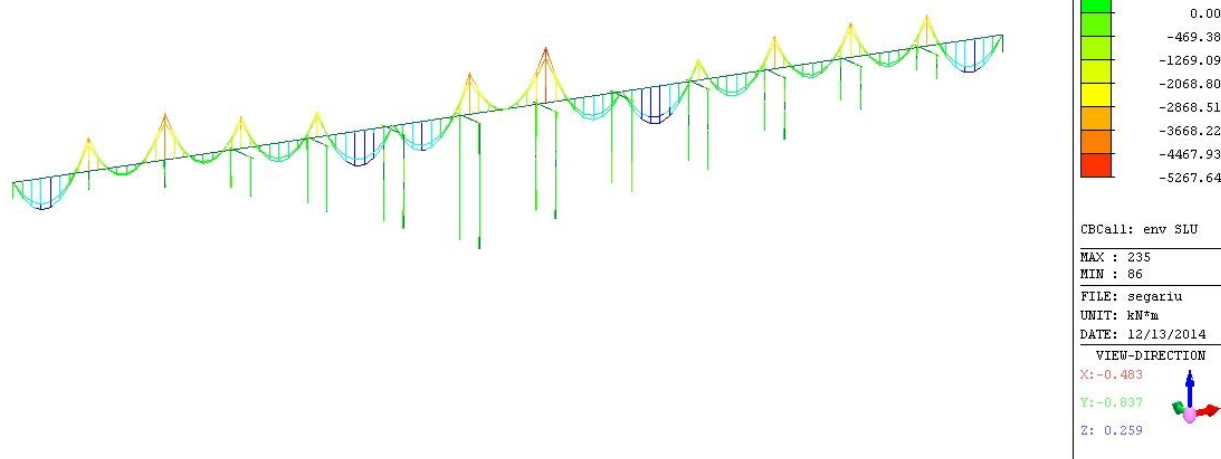


Figura 15: involucro momenti flettenti

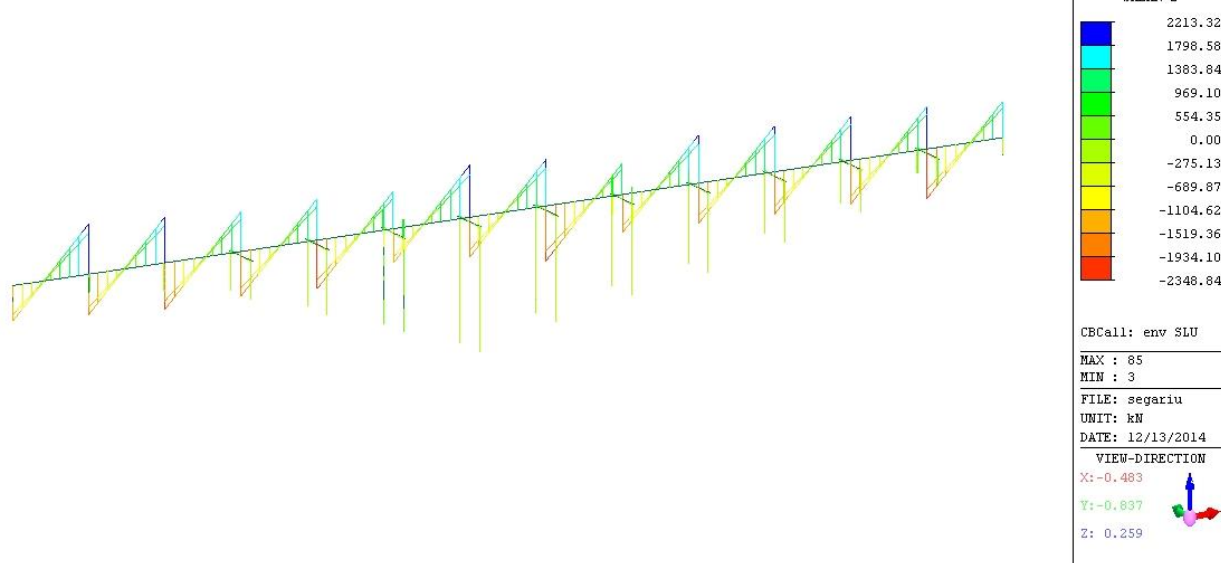
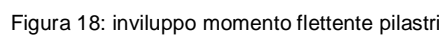
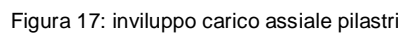


Figura 16: involucro taglio

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO B4



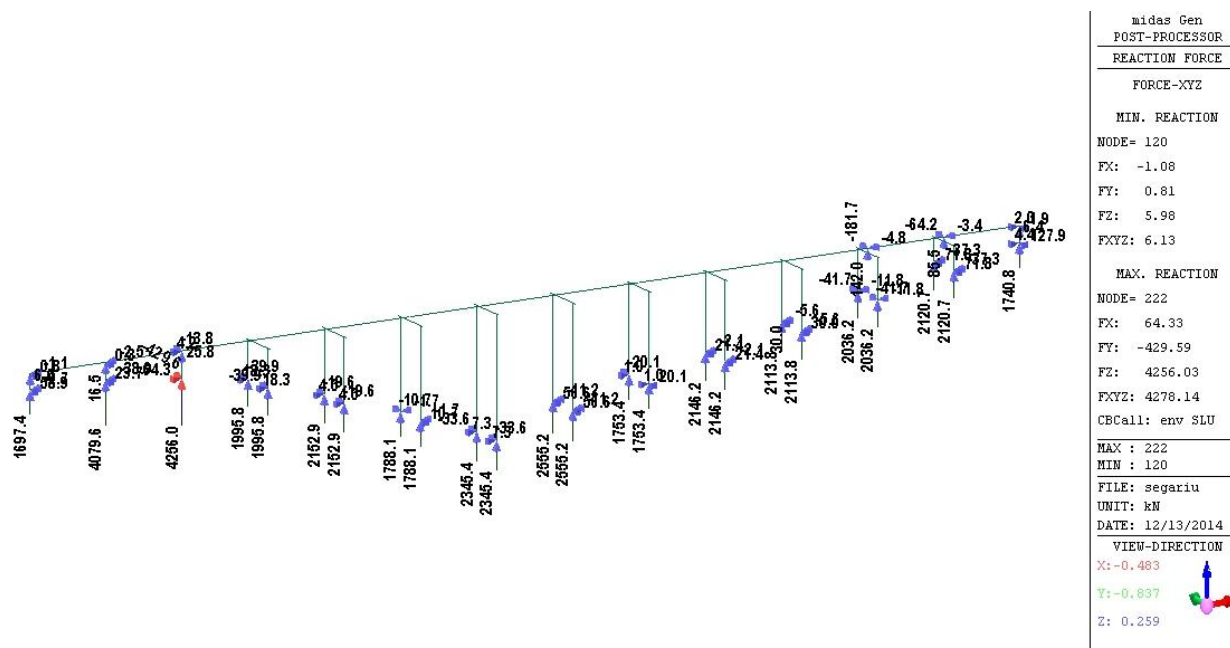


Figura 19: involucro reazioni vincolari

ALLEGATO C

RISULTATI DEL CALCOLO FEM È MODELLO DI DETTAGLIO

INDICE

MODELLO DI DETTAGLIO AD ELEMENTI SHELL	2
Dati di input.....	2
Carichi applicati.....	3
Sollecitazioni caratteristiche	4
Da peso proprio	4
Da carico determinato da un battente h=3,50 m	4
Da carico determinato da un battente h=2,20 m	5
Da carico determinato da un battente h=1,10 m	5

MODELLO DI DETTAGLIO AD ELEMENTI SHELL

Dati di input

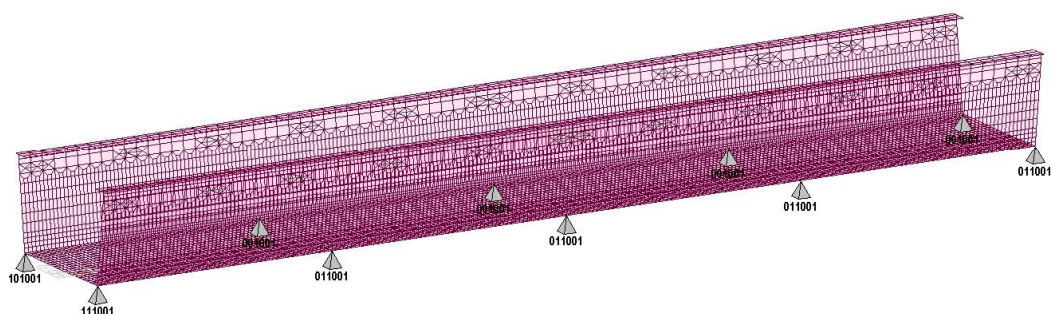


Figura 1: assonometria del modello

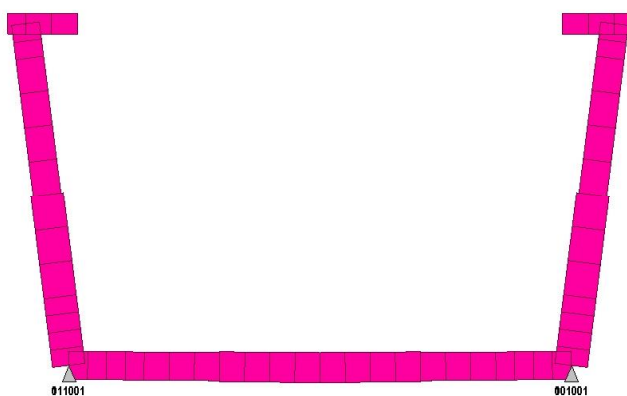


Figura 2: sezione trasversale

Carichi applicati

Si considerano i seguenti carichi:

- peso proprio strutturale
- carico determinato da un battente h=3,50 m
- carico determinato da un battente h=2,20 m
- carico determinato da un battente h=1,10 m

Sollecitazioni caratteristiche

Da peso proprio

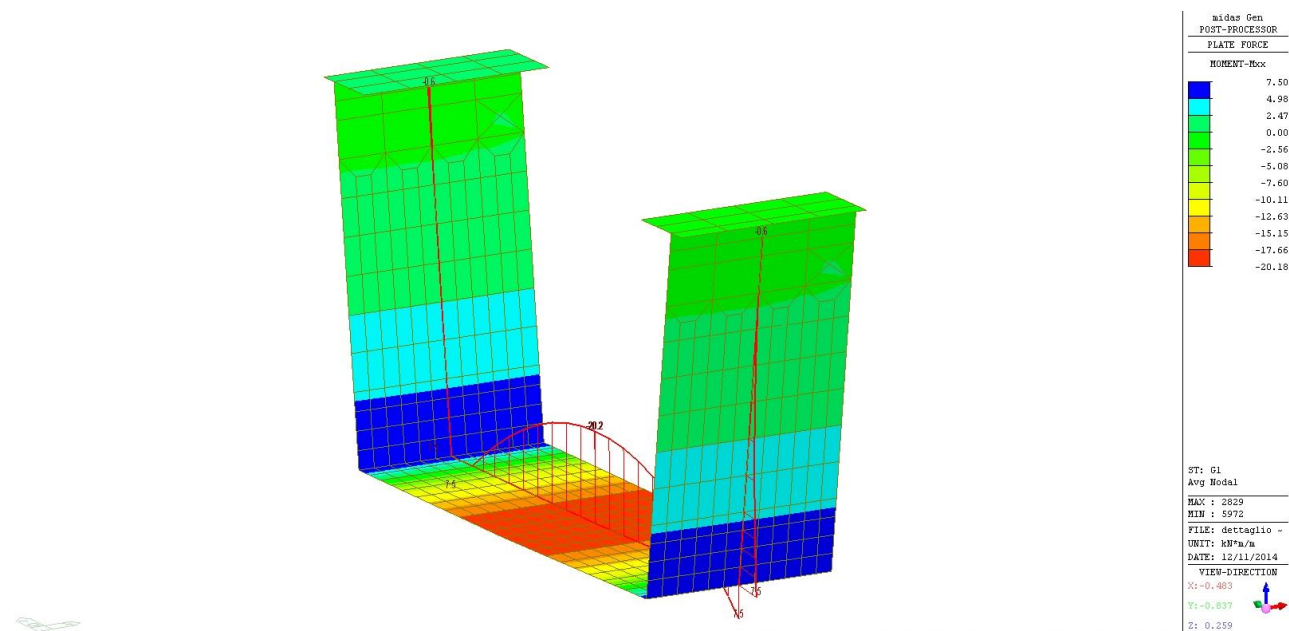


Figura 3: Momento flettente dovuto al peso proprio

Da carico determinato da un battente h=3,50 m

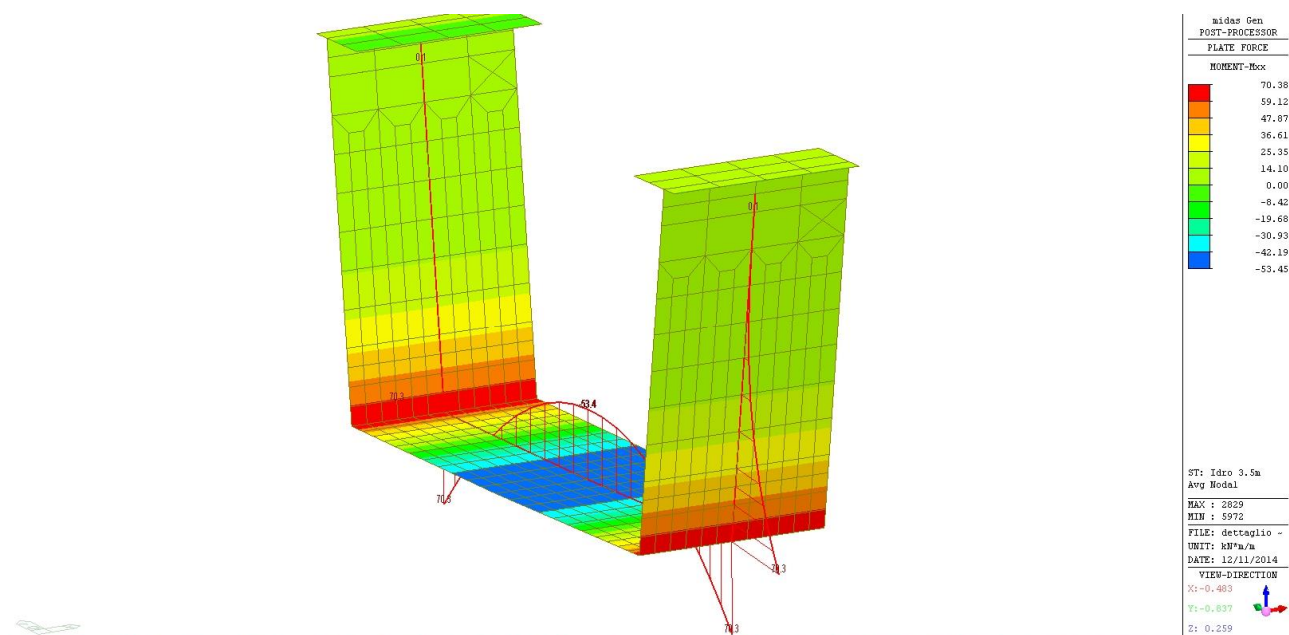


Figura 4: momento flettente dovuto al carico determinato da un battente h=3,50 m

RELAZIONE TECNICA È ALLEGATO C

Da carico determinato da un battente h=2,20 m

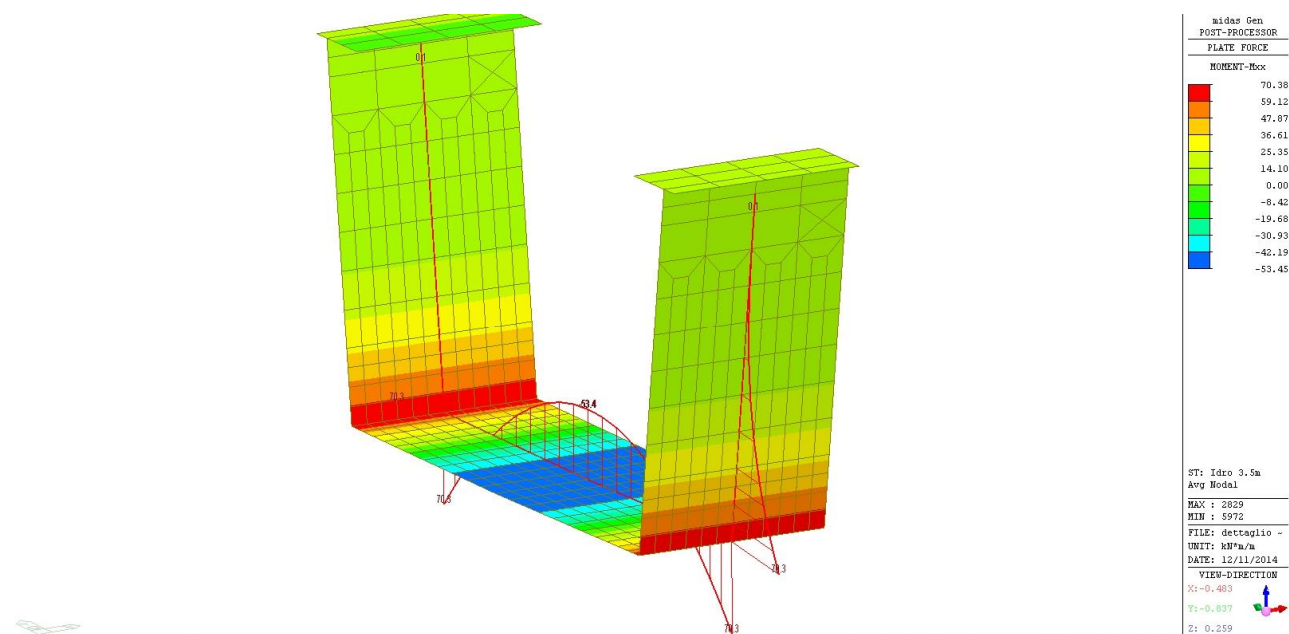


Figura 5: momento flettente dovuto al carico determinato da un battente h=2,20 m

Da carico determinato da un battente h=1,10 m

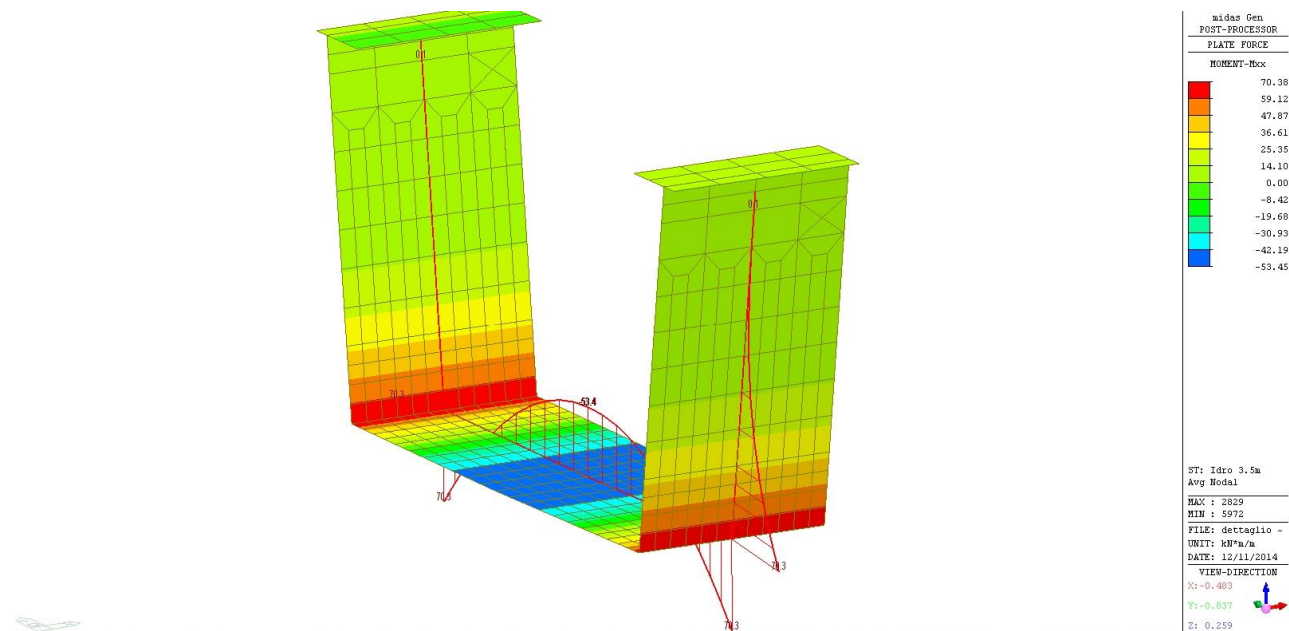


Figura 6: momento flettente dovuto al carico determinato da un battente h=1,10 m