



**DISCARICA CONTROLLATA
PER RIFIUTI NON
PERICOLOSI DI NOVELLARA**



Oggetto:

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 996 kWp
SULLA COPERTURA DEFINITIVA DEI BACINI 9÷12
DELLA DISCARICA CONTROLLATA PER RIFIUTI NON
PERICOLOSI DI NOVELLARA**

Titolo:

**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
STRUTTURA FOTOVOLTAICA AD INSEGUIMENTO
AD ASSE ROTANTE**

Tav. n°

Progettazione:

Studio Associato di Ingegneria Gasparini

Via E. Petrolini , 14 - 42122 Reggio Emilia

Tel.:0522-557508; Fax: 0522-557556

E-mail: ambiente@gaspariniassociati.it

ing. Stefano Teneggi

Timbro:

n°:

Revisione:

Data:

Data:

Novembre 2010

Scala:

Collaboratori: **ing. Iunior Daniela Morisi, ing. Sara Ganapini, ing. Michele Rosi**

INDICE DEGLI ELABORATI

1 – DOCUMENTI DI SINTESI	2
1.1 – Sintesi del percorso progettuale	2
1.2 – Condizioni d'uso della costruzione	2
2 – RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	5
2.1 – Premessa	5
2.3 – Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica	5
2.4 – Quadro normativo di riferimento adottato	5
2.4.1 – Norme di riferimento cogenti	5
2.4.2 – Altre norme e documenti tecnici integrativi	6
2.6 – Azioni di progetto delle costruzioni	7
2.7 – Modello/i numerico/i	7
2.7.1 – Metodologia di modellazione ed analisi	7
2.7.2 – informazioni sul codice di calcolo	7
2.7.3 – Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche	7
2.7.4 – Modellazione dei vincoli interni ed esterni	9
2.7.5 – Modellazione delle azioni	10
2.7.6 – Combinazioni e/o percorsi di carico	10
2.8 – Principali risultati	13
2.8.1 – Risultati dell'analisi modale	13
2.8.2 – Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico	15
2.8.3 – Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative	16
2.8.4 – Reazioni vincolari	18
2.8.5 – Altri risultati significativi	22
2.9 – Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	22
2.10 – Verifiche agli stati limiti ultimi	23
2.11 – Verifiche agli stati limite di esercizio	27
3 – RELAZIONE SUI MATERIALI	28
3.1 – Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera	28
3.2 – Valori di calcolo	28
4 – ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	30
4.4 – Elaborati grafici generali	30
4.5 – Particolari costruttivi	30
5 – PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA	31
6 – RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICI	32
6.1 – Relazione geologica: indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito	32
6.2 – Relazione geotecnica: indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno	32

1 – DOCUMENTI DI SINTESI

1.1 – Sintesi del percorso progettuale

Il presente progetto riguarda la realizzazione di nuovi manufatti da realizzare in serie per la realizzazione di nuovo impianto fotovoltaico; in particolare si tratta di manufatti posti in semplice appoggio sulla copertura definitiva della discarica per rifiuti non pericolosi di Novellara (RE).

Trattandosi di un manufatti posti in semplici appoggio e aventi quale unica vera forza sollecitante l'azione del vento, oltre alla verifica dei singoli elementi, si è proceduto anche a una verifica della stabilità della struttura fondale per meglio studiare fenomeni di cedimenti o scivolamenti sul piano di campagna.

La dimensione dei moduli è risultata fortemente legata alla quantità e dimensione dei pannelli che avrebbero dovuto ospitare.

1.2 – Condizioni d'uso e livelli di sicurezza della costruzione

Preso atto dell'intenzione di eseguire il dimensionamento strutturale in conformità a quanto previsto dalle nuove "Norme tecniche per le costruzioni", in accordo con la Committenza si è ritenuto opportuno definire le seguenti ipotesi di progetto:

- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale VN : 50 anni
- Classe d'uso: classe II (affollamenti normali)
- Classe di duttilità: classe B (edificio a bassa duttilità)
- Zona sismica: zona 3
- Sito di costruzione: LONG. 10.664159 - LAT. 44.834939
- Categoria del suolo di fondazione: C $V_s=386\text{m/s}$
- Fattore di struttura q: 3,3
- Periodo T_c^* 0.287
- Categoria topografica: T1 – (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$)
- Coeff. amplificazione topografica St: 1.00

Si è optato per una vita nominale ordinaria in quanto si è deciso di prevedere una protezione degli elementi da eventi di straordinaria entità.

In relazione alle caratteristiche sismiche del terreno in cui sorgerà tale costruzione si riportano i seguenti i valori caratteristici restituiti dal file del Ministero "Spettri-NTCver.1.0.3.xls".

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

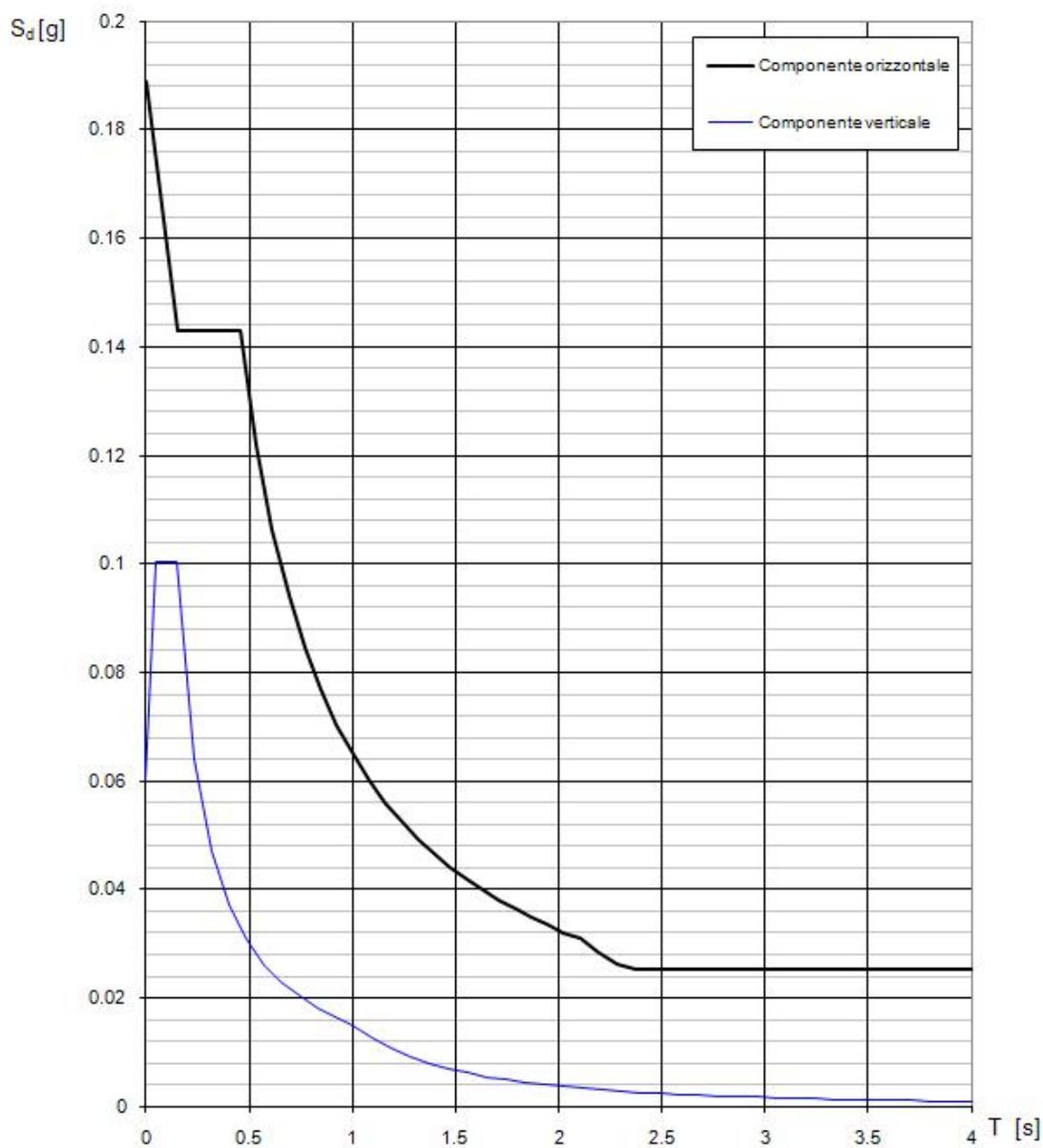
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.040	2.557	0.241
50	0.049	2.525	0.261
72	0.057	2.545	0.274
101	0.065	2.539	0.282
140	0.073	2.540	0.287
201	0.087	2.485	0.291
475	0.126	2.500	0.287
975	0.167	2.539	0.286
2475	0.235	2.493	0.292

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

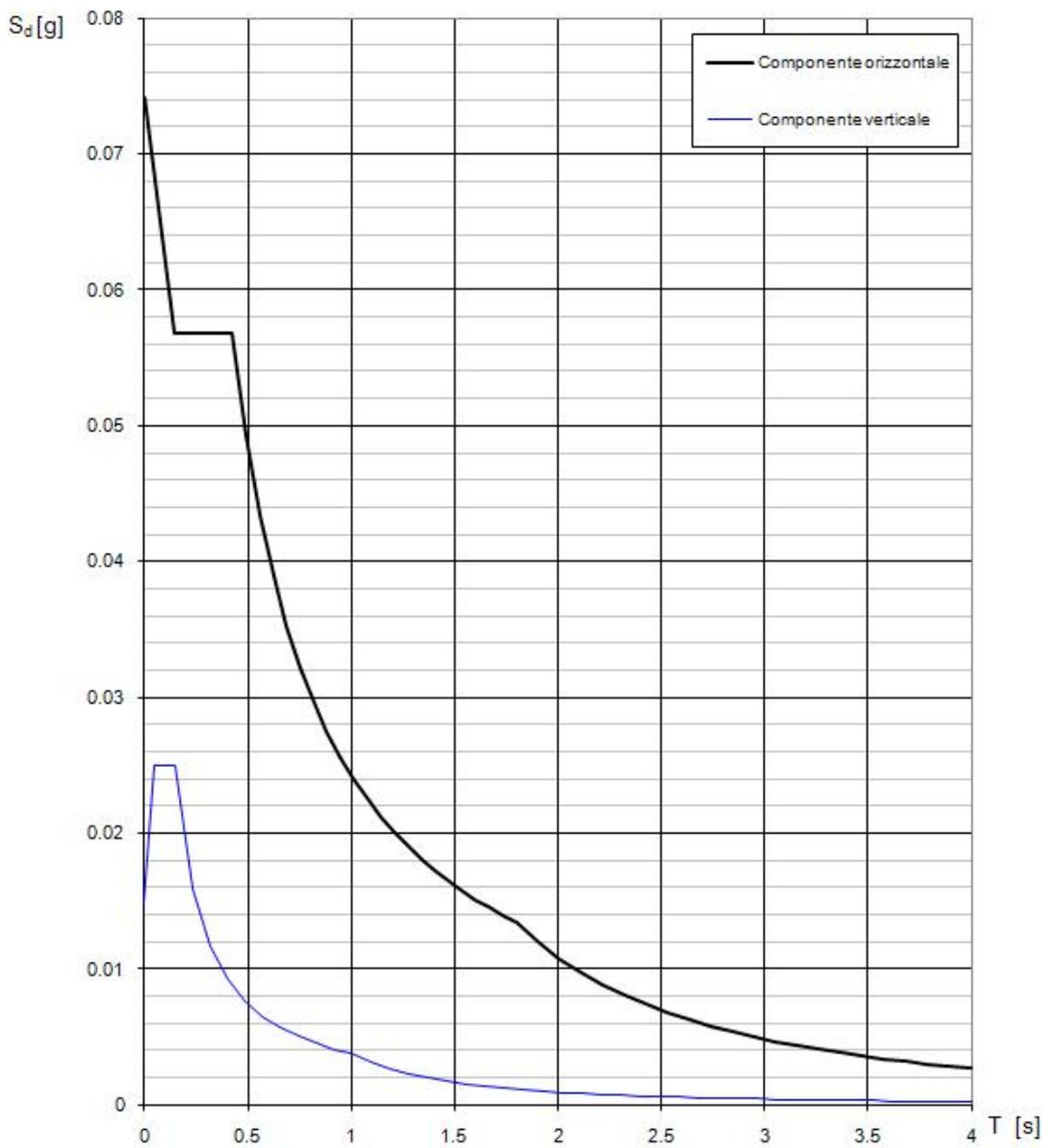
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.040	2.557	0.241
SLD	50	0.049	2.525	0.261
SLV	475	0.126	2.500	0.287
SLC	975	0.167	2.539	0.286

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



2 – RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1 – Premessa

I manufatti oggetto di questa relazione consistono in un semplice portale metallico saldamente ancorato a un elemento prefabbricato in c.a. di fondazione che ne evita il ribaltamento o lo scorrimento sul piano di appoggio, ovvero la copertura definitiva della discarica per rifiuti non pericolosi di Novellara(RE); inoltre sono stati inseriti idonei elementi controventanti realizzati tramite l'uso di cavi metallici.

Tali nuovi oggetti risultano essere dei moduli da ripetere più volte per l'intera copertura.

2.3 – Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica

Il portale risulta essere composto da tubolari cilindrici saldati tra loro; il traverso inclinato risulta essere realizzato in modo tale da poter ruotare attorno il proprio asse in modo tale da permettere ai pannelli fotovoltaici applicati allo stesso, di muoversi per meglio posizionarsi rispetto alla posizione del sole.

Per evitare eccessive deformazioni si è scelto di inserire appositi cavi di controvento saldamente ancorati alla struttura metallica e alla struttura di fondazione.

Il collegamento con l'elemento di fondazione verrà realizzato tramite elementi di carpenteria metallica solidarizzati con la struttura in c.a.

In particolare, la struttura di fondazione sarà realizzata a forma di vasca in modo tale poter riempire il so interno attraverso del terreno in modo tale da aumentare la zavorra necessaria per evitare i fenomeni di scorrimento o ribaltamento che la presenza di importanti folate di vento potrebbero causare.

Infatti si è valutato che la condizione sollecitante più gravosa per questo tipo di manufatto, risulta essere quello della presenza di vento; infatti, la particolare conformazione dello stesso lo rende naturalmente soggetto ad effetti tipo vela.

Problematica accentuata dal fatto che la struttura fondale non può essere saldamente solidarizzata al terreno sottostante in quanto trattasi di discarica per rifiuti non pericolosi, e il deterioramento dello strato di copertura risulterebbe pericolo in quanto porterebbe alla fuoriuscita di rifiuti nell'ambiente circostante.

2.4 – Quadro normativo di riferimento

2.4.1 – Norme di riferimento cogenti

- **Legge n. 64 del 2/2/1974**

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

- **Legge n. 1086 del 5/11/1971**

“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

- **DM del 14/02/92**

“Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

- **Bollettino Ufficiale C.N.R.-U.N.I. 10011 / 1988**

“Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”.

- **Bollettino Ufficiale C.N.R.-U.N.I. 10022 / 1984**

“Profilati in acciaio formati a freddo: Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni”.

- **DM Min. LL. PP. 20 Novembre 1987**

“Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e

per il loro consolidamento”

- **CNR UNI 10033-74** Sistemi di unità di misura.

- **CNR UNI 10024-86**

Analisi delle strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

- **Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 –**

Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.

- **Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 -**

Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.

- **Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.**

- **D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni.**

- **Circ. Min. LL. PP. 02 febbraio 2009 n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.**

2.4.2 – Altre norme e documenti tecnici integrativi

- **L.R. Emilia Romagna n.304 del 30/10/2008**

“Norme per la riduzione del rischio sismico”.

- **Circolare illustrativa ER N.PG/10/114855 del 24/04/2010**

“Disciplina delle varianti in corso d'opera ai fini della riduzione del rischio sismico”.

- **D.G.R. Emilia Romagna n.1661 del 02/11/2009**

“Approvazione elenco categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile ed elenco categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso”.

- **D.G.R. Emilia Romagna n.121 del 01/02/2010**

“Atto di indirizzo recante individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici e delle varianti, riguardanti parti strutturali, che non rivestono carattere sostanziale e definizione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività, ai sensi degli articoli 9, comma 4, e 10, comma 3, della L.R. n. 19 del 2008”.

- **Atto di indirizzo della Regione Emilia Romagna del 26/07/2010**

“Individuazione dei contenuti cogenti del progetto esecutivo riguardante le strutture”.

2.6 – Azioni di progetto sulla costruzione

In relazione a quanto in progetto, si sono andate a definire le azioni sollecitanti agenti sul manufatto in relazione a quanto riportato nelle NTC-08.

In particolare si individuano, oltre ai pesi propri e ai pesi portati, due differenti tipologie di carichi accidentali.

Trattandosi di manufatti adibiti al solo scopo di ospitare componenti impiantistiche, essi saranno soggetti alle sole azioni derivanti dagli agenti esterni tipici di tutte le aree, vento e neve.

I due carichi di tipo accidentale individuato risultano essere quindi nello specifico:

- Neve – l'esposizione agli agenti atmosferici esterni comporta una possibile formazione di accumuli di neve sopra i pannelli – 1,20kN/mq
- Vento – l'esposizione agli agenti atmosferici esterni comporta una possibile sollecitazione laterale dovuta alla forte resistenza che la morfologia dei manufatti crea in condizioni di vento – 0,87kN/mq

2.7 – Modello/i numerico/i

Di seguito si riportano tutti i parametri necessari per la riproducibilità del modello di calcolo utilizzato per la redazione di questo progetto.

2.7.1 – Metodologia di modellazione ed analisi

Vista la tipologia di fabbricato in oggetto, si è scelto di procedere con analisi di tipo dinamica modale lineare in quanto non contemplandosi la mai la presenza contemporanea di sisma, neve e vento, si riesce a studiare facilmente l'intera struttura per tutti i possibili stati di sollecitazione.

Infatti la realizzazione non comporta particolari problemi o esigenze tali da considerare differenti fasi o tipologie di sollecitazioni in cui il manufatto stesso potrebbe trovarsi durante la propria vita utile.

Relativamente alle analisi sismiche, si è valutato che non sussistevano le caratteristiche per procedere con analisi non lineari, quindi si è proceduto con una analisi dinamica modale e combinazione degli effetti per sismi ortogonali; non si è considerato alcun tipo di spostamento accidentale dell'applicazione delle forze rispetto al piano di riferimento, in quanto la particolare tipologia del manufatto non comporta alcun tipo di impalcato e di conseguenza nessun tipo di possibile sfasamento accidentale della distribuzione dei carichi accidentali.

2.7.2 – Informazioni su codice di calcolo

Il codice di calcolo agli elementi finiti utilizzato è il programma CMP 24,00 (002) e post processore Xfinest 8,2.

La validità di tale programma e il relativo post-procesore risulta dimostrata attraverso la documentazione fornita ai singoli possessori di licenze, dalle stesse ditte produttrici all'interno di tale documentazione, che qui non si riporta per non aumentare il livello di complessità della relazione, si riscontrano tutti i casi studio che forniscono un'adeguata affidabilità dei risultati forniti dagli stessi.

2.7.3 – Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Di seguito si riportano tutti i dati relativi alla riproducibilità del modello agli elementi finiti calcolato.

Coordinate nodali

Nodo	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Vincoli	n.Master	Piano	Fase
1	0.00000	0.00000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
2	0.00000	17.0000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
3	0.00000	233.000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
4	0.00000	250.000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
5	285.000	0.00000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
6	285.000	17.0000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
7	285.000	233.000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
8	285.000	250.000	0.00000	1 1 0 0 0 1			
9	570.000	0.00000	0.00000	1 1 0 0 0 1			

10	570.000	17.0000	0.00000	1 1 0 0 1
11	570.000	233.000	0.00000	1 1 0 0 1
12	570.000	250.000	0.00000	1 1 0 0 1
13	0.00000	17.0000	40.0000	
14	0.00000	233.000	40.0000	
15	285.000	17.0000	40.0000	
16	285.000	233.000	40.0000	
17	570.000	17.0000	40.0000	
18	570.000	233.000	40.0000	
36	142.500	17.0000	0.00000	1 1 0 0 1
37	142.500	0.00000	0.00000	1 1 0 0 1
42	427.500	17.0000	0.00000	1 1 0 0 1
43	427.500	0.00000	0.00000	1 1 0 0 1
49	142.500	233.000	0.00000	1 1 0 0 1
58	427.500	233.000	0.00000	1 1 0 0 1
66	142.500	250.000	0.00000	1 1 0 0 1
72	427.500	250.000	0.00000	1 1 0 0 1
78	142.500	17.0000	40.0000	
84	427.500	17.0000	40.0000	
90	142.500	233.000	40.0000	
96	427.500	233.000	40.0000	
98	427.500	125.000	0.00000	
101	285.000	125.000	0.00000	
104	570.000	125.000	0.00000	
110	142.500	125.000	0.00000	
113	0.00000	125.000	0.00000	
121	570.000	125.000	425.000	
122	0.00000	125.000	100.000	

Estremi e dati degli elementi

Elementi tipo Beam

Beam	N1	N2	Direzione asse 2 (n1 n2)	Ang (°)	
4	122	121	Asse +Y 0	0	Sez.: tubolare [Ø5 s0.29 cm]
7	113	122	Asse +X 0	0	Sez.: tubolare [Ø5 s0.29 cm]
8	104	121	Asse +X 0	0	Sez.: tubolare [Ø5 s0.29 cm]

Elementi tipo Asta

Truss	N1	N2	Direzione asse 2 (n1 n2)	Ang (°)	
1	13	122	Asse -X 0	0	Sez.: cavo [Ø1 s0.49 cm]
9	14	122	Asse -X 0	0	Sez.: cavo [Ø1 s0.49 cm]
10	17	121	Asse +X 0	0	Sez.: cavo [Ø1 s0.49 cm]
11	18	121	Asse +X 0	0	Sez.: cavo [Ø1 s0.49 cm]
12	113	121	Asse +Y 0	0	Sez.: cavo [Ø1 s0.49 cm]

Elementi tipo Shell

Shell	Tipo	N1	N2	N3		
12	S.Std+Drill	1	37	36	2	Cls C25/30
13	S.Std+Drill	43	9	10	42	Cls C25/30
14	S.Std+Drill	5	43	42	6	Cls C25/30
23	S.Std+Drill	49	7	8	66	Cls C25/30
24	S.Std+Drill	3	49	66	4	Cls C25/30
25	S.Std+Drill	58	11	12	72	Cls C25/30
26	S.Std+Drill	7	58	72	8	Cls C25/30
27	S.Std+Drill	36	6	15	78	Cls C25/30
28	S.Std+Drill	2	36	78	13	Cls C25/30
29	S.Std+Drill	42	10	17	84	Cls C25/30
30	S.Std+Drill	6	42	84	15	Cls C25/30
31	S.Std+Drill	49	7	16	90	Cls C25/30
32	S.Std+Drill	3	49	90	14	Cls C25/30
33	S.Std+Drill	58	11	18	96	Cls C25/30
34	S.Std+Drill	7	58	96	16	Cls C25/30
35	S.Std+Drill	101	98	58	7	Cls C25/30
36	S.Std+Drill	6	42	98	101	Cls C25/30
37	S.Std+Drill	98	104	11	58	Cls C25/30
38	S.Std+Drill	42	10	104	98	Cls C25/30
39	S.Std+Drill	113	110	49	3	Cls C25/30
40	S.Std+Drill	2	36	110	113	Cls C25/30
41	S.Std+Drill	110	101	7	49	Cls C25/30

Elementi tipo piastra alla Winkler

Shell	Kw (N/mm ²)	mpK	Fase
11	0.050000	1	
12	0.050000	1	
13	0.050000	1	
14	0.050000	1	
23	0.050000	1	
24	0.050000	1	
25	0.050000	1	
26	0.050000	1	
35	0.050000	1	
36	0.050000	1	
37	0.050000	1	
38	0.050000	1	
39	0.050000	1	
40	0.050000	1	
41	0.050000	1	
42	0.050000	1	

Caratteristiche geometriche elementi strutturali

	A (cm ²)	I ₂₂ * (cm ⁴)	I ₃₃ * (cm ⁴)	I ₂₃ * (cm ⁴)	I ₄₄ (cm ⁴)	I ₅₅ (cm ⁴)	θ (°)	i ₂₂ * (cm)
	i ₃₃ * (cm)	i ₄₄ (cm)	i ₅₅ (cm)	J _T (cm ⁴)	AT2 (cm ²)	AT3 (cm ²)	qp (KN/m)	
Nome Sezione: cavo [Ø1 s0.49 cm]								
	0.78508401	0.049087445	0.049087447	0.000000000	0.049087445	0.049087447	0.000000000	0.250050168
	0.250050171	0.250050168	0.250050171	0.098174620	0.000000000	0.000000000	0.0061629	
Nome Sezione: tubolare [Ø14 s0.4 cm]								
	17.0525663	392.8594532	392.8595214	0.000000000	392.8594532	392.8595214	0.000000000	4.799806515
	4.799806932	4.799806515	4.799806932	785.7167935	0.000000000	0.000000000	0.1338627	

Sezione: cavo [Ø1 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

Sezione: tubolare [Ø14 s0.4 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

2.7.4 – Modellazione dei vincoli interni ed esterni

Relativamente ai vincolamenti interni ed esterni adottati per il calcolo della struttura, vista la particolare conformazione della stessa, non si è considerato alcun tipo di vincolamento interno; mentre esternamente si è proceduto con l'inserimento di vincoli legati alla modellazione della tipologia di terreno fondale.

In particolare, si è considerato di porre il corpo di fabbrica su un terreno tipo alla Winkler avente un modulo di elasticità pari a $K = 0.05 \text{ kN/cm}^2$; assunzioni fatte in conformità a quanto riportato all'interno della relazione geologica e geotecnica.

Inoltre, tutti i nodi posti in fondazione sono stati ulteriormente vincolati esternamente tramite l'inserimento di limitazione di spostamenti sono le direzioni X e Y oltre all'impedimento di ruotare attorno all'asse Z verticale.

2.7.5 – Modellazioni delle azioni

I carichi vengono descritti da una o più successioni di punti notevoli, tra i quali viene effettuata una interpolazione lineare.

Beam = Numero dell'Elemento Beam

qX = valore del carico distribuito in direzione globale X

qY = valore del carico distribuito in direzione globale Y

qZ = valore del carico distribuito in direzione globale Z

Beam	Tipo	Dist (m)	qX (KN/m)	qY (KN/m)	qZ (KN/m)
<u>4CdC n° 1</u>					
Inizio (Fino a Fine Asta)	0	0.	0.	0.	-1.00000
<u>4CdC n° 3</u>					
Inizio (Fino a Fine Asta)	0	0.	1.740000	0.	

2.7.6 – Combinazioni e/o percorsi di carico

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le reazioni vincolari inviluppate nei nodi vincolati

N = Numero del Nodo

CdC = Condizione di Carico di Inviluppo

Rx = Forza in direzione X

Ry = Forza in direzione Y

Rz = Forza in direzione Z

Mx = Momento attorno all'asse X

My = Momento attorno all'asse Y

Mz = Momento attorno all'asse Z

Tipologia delle condizioni di carico:

-Permanente: la CdC elementare è sempre presente nell'inviluppo.

-Variabile: le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (Rx, Ry, Rz, ...) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.

-Variabile non Contemporanea: analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp).

-Permanente non Contemporanea: analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo vengono sommate indipendentemente se più o meno gravose per la componente in esame

-Variabile Contemporanea: le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.

Sono di seguito elencati i risultati dei seguenti inviluppi:

- ~SL08 GEO
- ~SL08 SLE caratt.
- ~SL08 SLE freq.
- ~SL08 SLE q.perm.
- ~SL08 STR SLV

DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL08 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
Inviluppo	~SL08 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 GEO_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL08 GEO”

Descrizione inviluppo “~SL08 GEO_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		1.3	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0.78	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0.78	0

Descrizione inviluppo “~SL08 GEO_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0.65	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	1.3	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	1.3	0

Descrizione inviluppo “~SL08 SLU Sism. Orizz._1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	2	1	-1
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	2	1	-1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	3	0.3	-0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	3	0.3	-0.3

Descrizione inviluppo “~SL08 SLU Sism. Orizz._2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	2	0.3	-0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	2	0.3	-0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	3	1	-1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	3	1	-1

DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL08 SLE CARATT.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
Inviluppo	~SL08 SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLE caratt._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL08 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL08 SLE caratt._1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		1	1
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0.6	0.6
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0.6	0.6

Descrizione inviluppo “~SL08 SLE caratt._2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	1	1

DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL08 SLE FREQ.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
Inviluppo	~SL08 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLE freq._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'inviluppo "~SL08 SLE freq."

Descrizione involuppo "~SL08 SLE freq._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0.2	0.2
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0	0

Descrizione involuppo "~SL08 SLE freq._2":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0.2	0.2
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0.2	0.2

DESCRIZIONE INVILUPPO "~SL08 SLE Q.PERM."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0	0

DESCRIZIONE INVILUPPO "~SL08 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
Inviluppo	~SL08 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'inviluppo "~SL08 STR SLV"

Descrizione involuppo "~SL08 STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1.3	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		1.5	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	0.9	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	0.9	0

Descrizione involuppo "~SL08 STR SLV_2":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1.3	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0.75	0
CdC elem. 3St	Vento +y	Var.non Contemp.	1	1.5	0
CdC elem. 4St	Vento -y	Var.non Contemp.	1	1.5	0

Descrizione involuppo "~SL08 SLU Sism. Orizz._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	2	1	-1

CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	2	1	-1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	3	0.3	-0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	3	0.3	-0.3

Descrizione involucro “~SL08 SLU Sism. Orizz._2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Max	Molt.Min
CdC elem. 1St	permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	neve	Variabile		0	0
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	2	0.3	-0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	2	0.3	-0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	3	1	-1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	3	1	-1

2.8 – Principali risultati

2.8.1 – Risultati dell’analisi modale

Di seguito vengono riportate i risultati dell’analisi modale eseguita e in particolare la percentuale di masse movimentate per ogni modo di vibrare considerato in ogni direzione principale

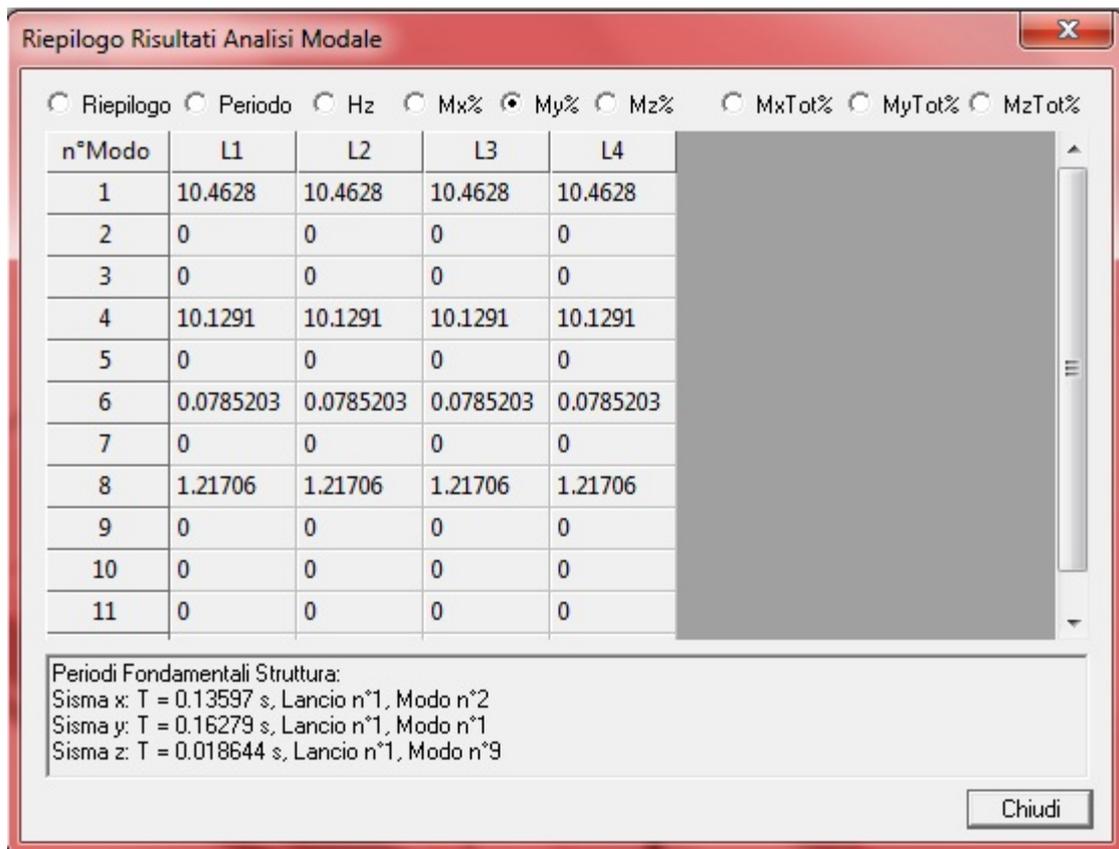
Riepilogo Risultati Analisi Modale

Riepilogo
 Periodo
 Hz
 Mx%
 My%
 Mz%
 MxTot%
 MyTot%
 MzTot%

n°Modo	L1	L2	L3	L4
1	0	0	0	0
2	20.6508	20.6508	20.6508	20.6508
3	0.0196301	0.0196301	0.0196301	0.0196301
4	0	0	0	0
5	0.0196301	0.0196301	0.0196301	0.0196301
6	0	0	0	0
7	0.0392602	0.0392602	0.0392602	0.0392602
8	0	0	0	0
9	0.0196301	0.0196301	0.0196301	0.0196301
10	0.11778	0.11778	0.11778	0.11778
11	0	0	0	0

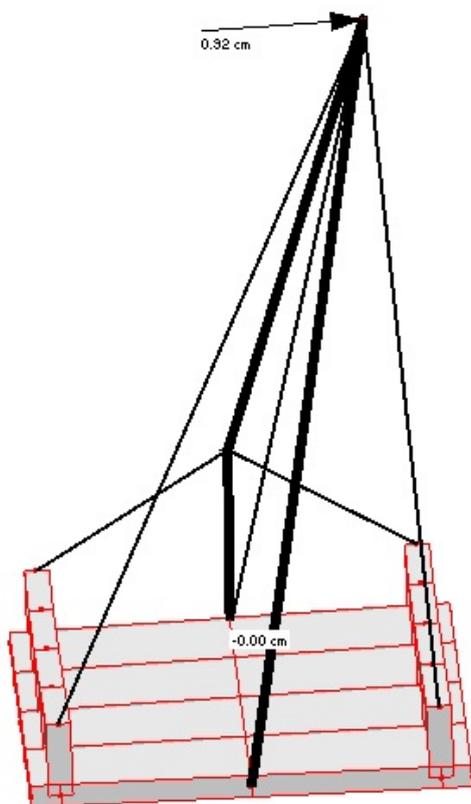
Periodi Fondamentali Struttura:
 Sisma x: T = 0.13597 s, Lancio n°1, Modo n°2
 Sisma y: T = 0.16279 s, Lancio n°1, Modo n°1
 Sisma z: T = 0.018644 s, Lancio n°1, Modo n°9

Chiudi

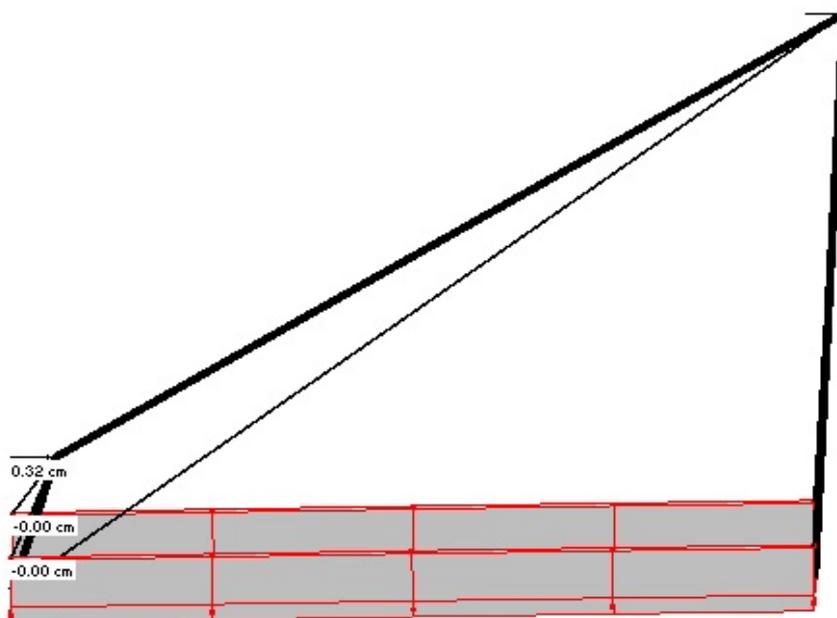


Non si è deciso di procedere con l'indagine di ulteriori modi di vibrare in quanto oltre ai pesi propri e portati, risultano come unica forza sollecitante variabile la sola azione del vento e neve e quindi non influenti ai fini sismici; quindi la presenza di piccoli setti verticali influisce molto sulle percentuali delle masse eccitate in relazione alle masse proprie delle strutture sovrastanti.

2.8.2 – Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico



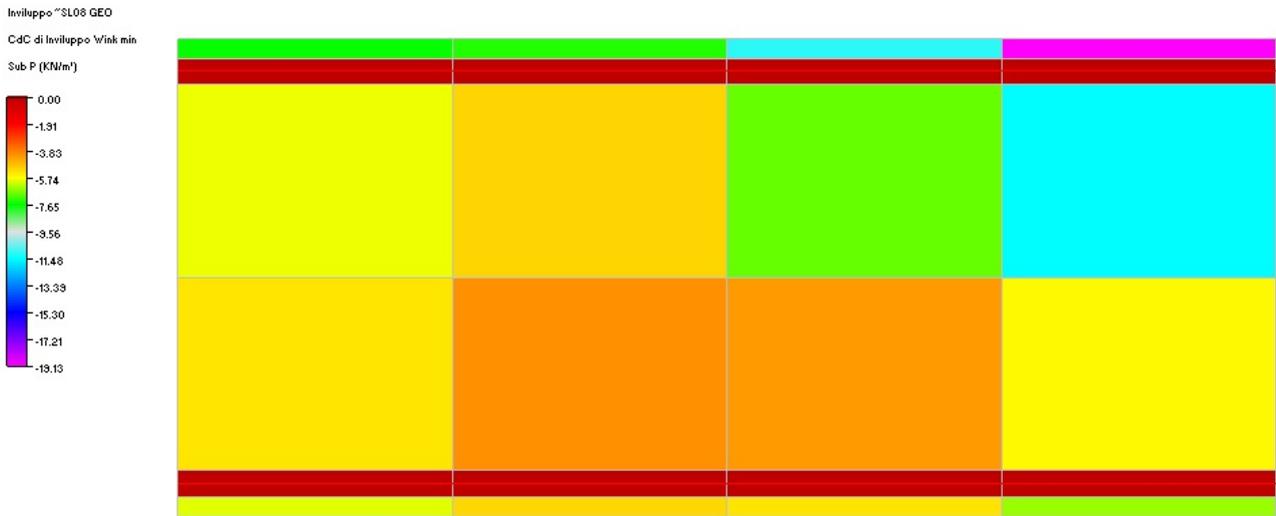
Vista della deformazione, amplificata, attesa sotto l'azione del vento posto in direzione -y



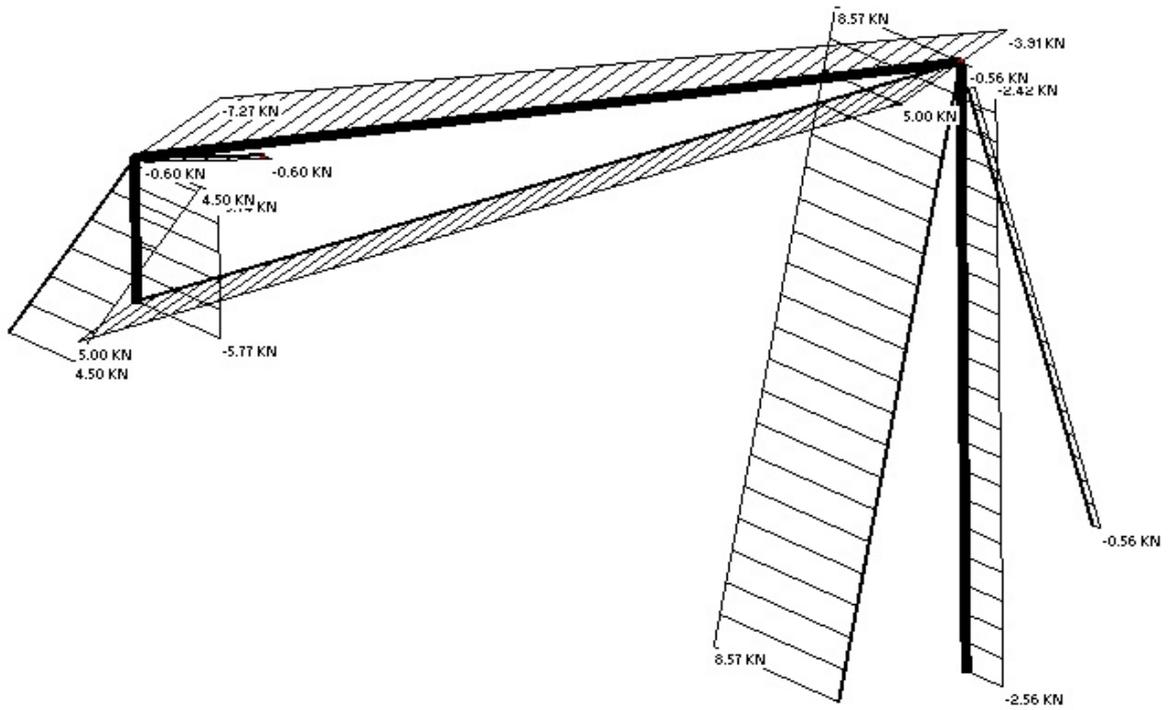
Vista della deformazione, amplificata, attesa sotto l'azione dei pesi propri e portati

Per semplicità si preferisce riportare una visualizzazione delle sollecitazioni direttamente nel paragrafo successivo

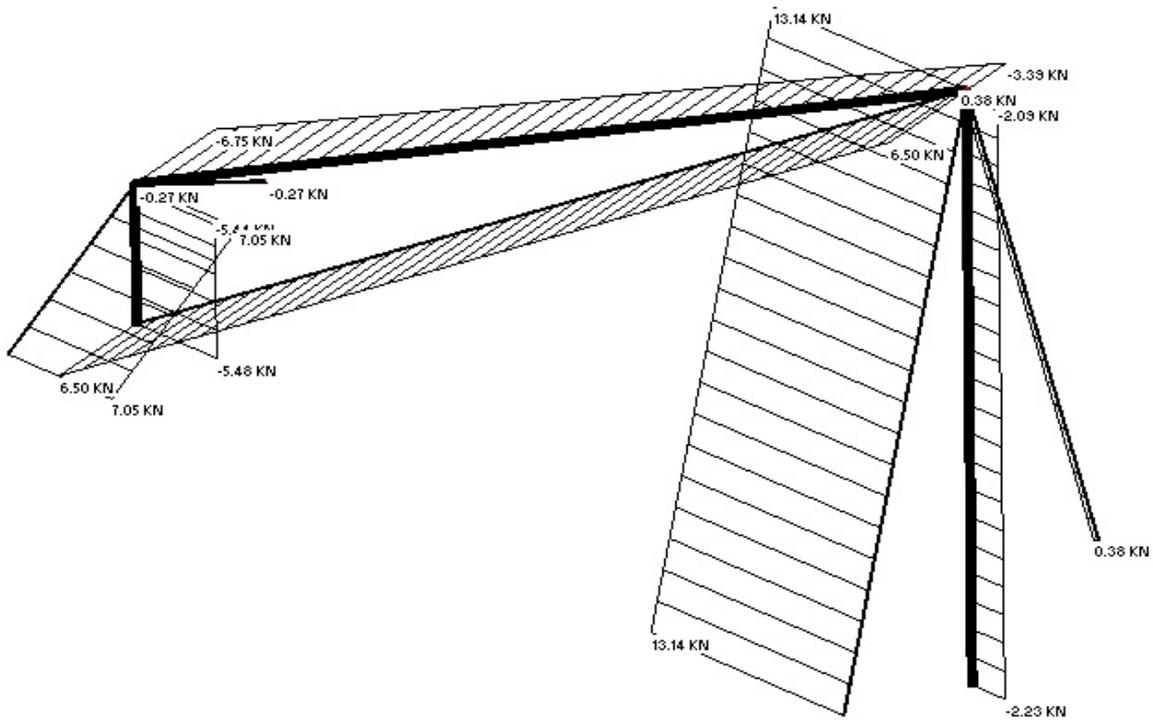
2.8.3 – Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative



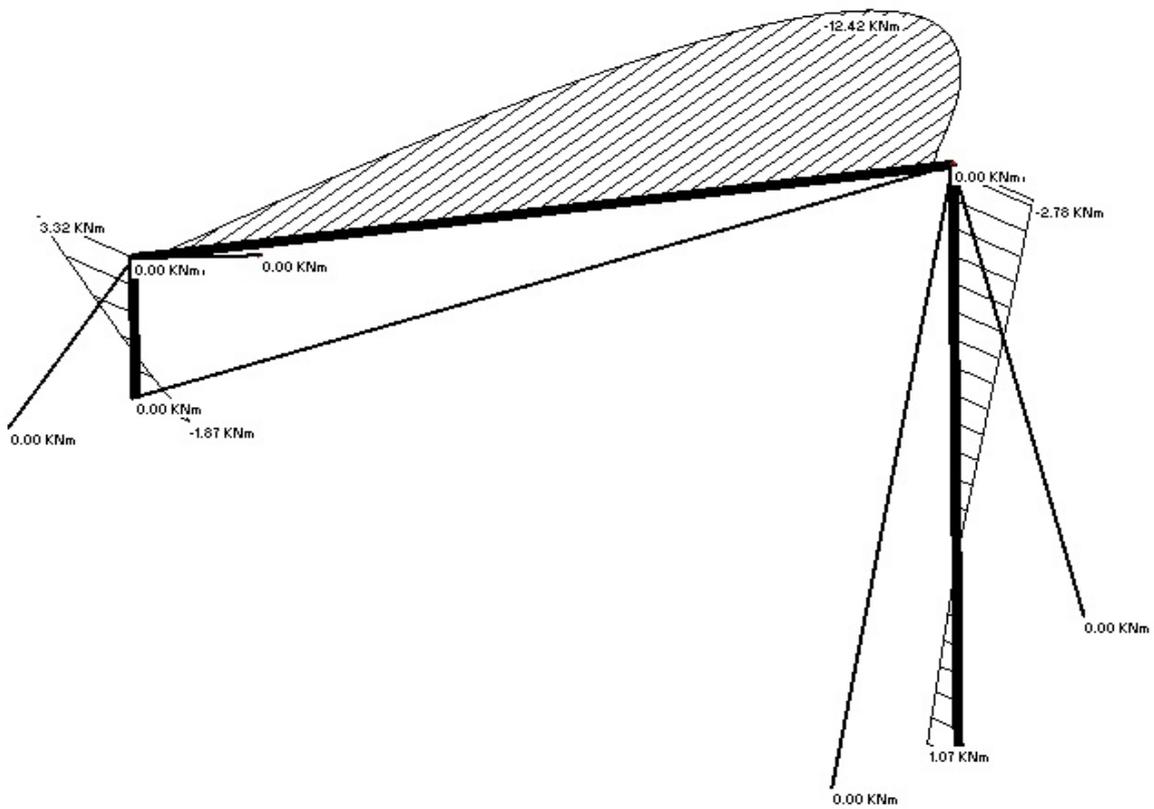
Visualizzazione delle pressioni massime al suolo nella condizione geotecnica combinazione 2



Visualizzazione degli sforzi massimi di trazione nelle aste agli SLE

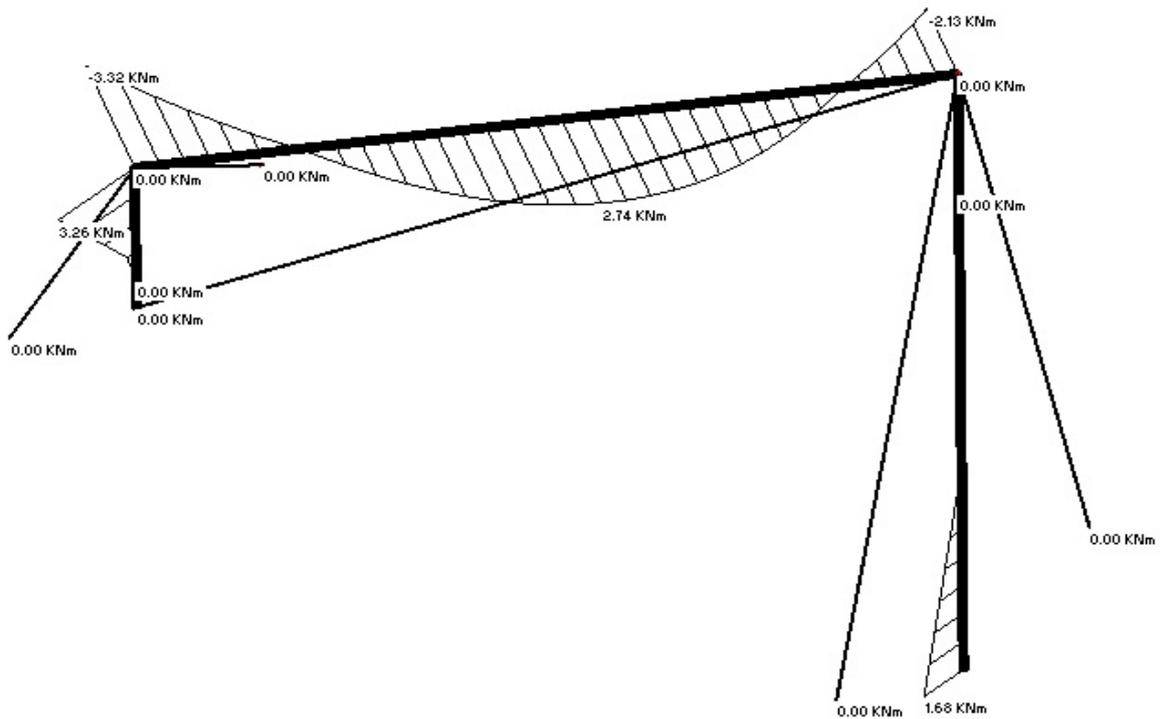


Visualizzazione degli sforzi massimi di trazione nelle aste agli SLV



Visualizzazione degli sforzi massimi di flessione nel piano 12 nelle aste agli SLV

Visualizzazione degli sforzi massimi di flessione nel piano 12 nelle aste agli SLV



Visualizzazione degli sforzi massimi di flessione nel piano 13 nelle aste agli SLV

2.8.4 – Reazioni vincolari

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo reazioni vincolari: ~SL08 GEO

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
2	Rx Min	-1.30151		1.257550	0.	0.	0.266859
2	Rx Max	1.805006		-1.49595	0.	0.	1.456920
2	Ry Min	1.805006		-1.49595	0.	0.	1.456920
2	Ry Max	-1.27984		1.371133	0.	0.	0.286965
2	Rz Min	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	Rz Max	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	Mx Min	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	Mx Max	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	My Min	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	My Max	-1.12242		1.110919	0.	0.	0.334857
2	Mz Min	-1.30151		1.257550	0.	0.	0.266859
2	Mz Max	1.805006		-1.49595	0.	0.	1.456920
<hr/>							
N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
3	Rx Min	-4.04985		-3.71778	0.	0.	0.787206
3	Rx Max	-0.94334		-0.96429	0.	0.	-0.40286
3	Ry Min	-4.04985		-3.71778	0.	0.	0.787206
3	Ry Max	-0.96501		-0.85070	0.	0.	-0.38275
3	Rz Min	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	Rz Max	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	Mx Min	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	Mx Max	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	My Min	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	My Max	-1.12242		-1.11092	0.	0.	-0.33486
3	Mz Min	-0.94334		-0.96429	0.	0.	-0.40286
3	Mz Max	-4.04985		-3.71778	0.	0.	0.787206
<hr/>							
N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
6	Rx Min	-0.35331		0.518741	0.	0.	0.047629

6	Rx Max	3.828550	0.527412	0.	0.	0.	-0.57186
6	Ry Min	0.381492	0.465933	0.	0.	0.	-0.04454
6	Ry Max	-0.27567	0.528961	0.	0.	0.	0.005044
6	Rz Min	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	Rz Max	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	Mx Min	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	Mx Max	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	My Min	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	My Max	0.052912	0.497447	0.	0.	0.	-0.01975
6	Mz Min	3.828550	0.527412	0.	0.	0.	-0.57186
6	Mz Max	-0.35331	0.518741	0.	0.	0.	0.047629

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)	
7	Rx Min	-3.72273		-0.46748	0.	0.	0.	-0.53237
7	Rx Max	0.459137		-0.47615	0.	0.	0.	0.087126
7	Ry Min	-0.27567		-0.52896	0.	0.	0.	-0.00504
7	Ry Max	0.381492		-0.46593	0.	0.	0.	0.044541
7	Rz Min	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	Rz Max	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	Mx Min	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	Mx Max	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	My Min	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	My Max	0.052912		-0.49745	0.	0.	0.	0.019749
7	Mz Min	-3.72273		-0.46748	0.	0.	0.	-0.53237
7	Mz Max	0.459137		-0.47615	0.	0.	0.	0.087126

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)	
10	Rx Min	-5.47913		-1.78377	0.	0.	0.	-1.00972
10	Rx Max	1.496954		0.885819	0.	0.	0.	-0.25935
10	Ry Min	-5.47913		-1.78377	0.	0.	0.	-1.00972
10	Ry Max	1.496954		0.885819	0.	0.	0.	-0.25935
10	Rz Min	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	Rz Max	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	Mx Min	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	Mx Max	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	My Min	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	My Max	1.051491		0.726460	0.	0.	0.	-0.32524
10	Mz Min	-5.47913		-1.78377	0.	0.	0.	-1.00972
10	Mz Max	1.451896		0.854671	0.	0.	0.	-0.24697

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)	
11	Rx Min	0.606028		-0.56710	0.	0.	0.	0.391130
11	Rx Max	7.582116		-3.23669	0.	0.	0.	-0.35923
11	Ry Min	7.582116		-3.23669	0.	0.	0.	-0.35923
11	Ry Max	0.606028		-0.56710	0.	0.	0.	0.391130
11	Rz Min	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	Rz Max	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	Mx Min	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	Mx Max	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	My Min	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	My Max	1.051491		-0.72646	0.	0.	0.	0.325242
11	Mz Min	7.582116		-3.23669	0.	0.	0.	-0.35923
11	Mz Max	0.651086		-0.59825	0.	0.	0.	0.403512

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)	
36	Rx Min	-1.28299		-0.78298	0.	0.	0.	0.091238
36	Rx Max	5.330706		-2.45633	0.	0.	0.	1.176736
36	Ry Min	5.330706		-2.45633	0.	0.	0.	1.176736
36	Ry Max	-1.23700		-0.67486	0.	0.	0.	0.129234
36	Rz Min	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	Rz Max	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	Mx Min	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	Mx Max	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	My Min	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	My Max	-0.80316		-0.94453	0.	0.	0.	0.181423
36	Mz Min	-1.28299		-0.78298	0.	0.	0.	0.091238
36	Mz Max	5.330706		-2.45633	0.	0.	0.	1.176736

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)	
42	Rx Min	-6.46741		-1.72579	0.	0.	0.	-1.27986
42	Rx Max	1.253873		-0.84736	0.	0.	0.	-0.09594

42	Ry Min	-6.46741	-1.72579	0.	0.	0.	-1.27986
42	Ry Max	1.245594	-0.83356	0.	0.	0.	-0.08421
42	Rz Min	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	Rz Max	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	Mx Min	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	Mx Max	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	My Min	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	My Max	0.821180	-0.90372	0.	0.	0.	-0.20176
42	Mz Min	-6.46741	-1.72579	0.	0.	0.	-1.27986
42	Mz Max	1.245594	-0.83356	0.	0.	0.	-0.08421

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
49	Rx Min	-6.93703		-0.56726	0.	0.	0.813889
49	Rx Max	-0.32333		1.106093	0.	0.	-0.27161
49	Ry Min	-6.93703		-0.56726	0.	0.	0.813889
49	Ry Max	-0.36932		1.214205	0.	0.	-0.23361
49	Rz Min	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	Rz Max	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	Mx Min	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	Mx Max	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	My Min	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	My Max	-0.80316		0.944535	0.	0.	-0.18142
49	Mz Min	-0.32333		1.106093	0.	0.	-0.27161
49	Mz Max	-6.93703		-0.56726	0.	0.	0.813889

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
58	Rx Min	0.388487		0.960085	0.	0.	0.307583
58	Rx Max	8.109774		0.081657	0.	0.	-0.87634
58	Ry Min	8.109774		0.081657	0.	0.	-0.87634
58	Ry Max	0.396766		0.973887	0.	0.	0.319313
58	Rz Min	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	Rz Max	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	Mx Min	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	Mx Max	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	My Min	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	My Max	0.821180		0.903721	0.	0.	0.201760
58	Mz Min	8.109774		0.081657	0.	0.	-0.87634
58	Mz Max	0.396766		0.973887	0.	0.	0.319313

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo reazioni vincolari: ~SL08 STR SLV

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
2	Rx Min	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Rx Max	2.255379		-1.89700	0.	0.	1.629545
2	Ry Min	2.255379		-1.89700	0.	0.	1.629545
2	Ry Max	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Rz Min	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Rz Max	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Mx Min	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Mx Max	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	My Min	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	My Max	-1.45915		1.444195	0.	0.	0.435314
2	Mz Min	-1.30151		1.257550	0.	0.	0.266859
2	Mz Max	1.918653		-1.56373	0.	0.	1.730002

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
3	Rx Min	-4.83695		-4.45212	0.	0.	0.859374
3	Rx Max	-0.94334		-0.96429	0.	0.	-0.40286
3	Ry Min	-4.83695		-4.45212	0.	0.	0.859374
3	Ry Max	-0.96501		-0.85070	0.	0.	-0.38275
3	Rz Min	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	Rz Max	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	Mx Min	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	Mx Max	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	My Min	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	My Max	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531
3	Mz Min	-1.45915		-1.44419	0.	0.	-0.43531

3 Mz Max -4.50022 -4.11884 0. 0. 0. 0.959831

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
6	Rx Min	-0.35331		0.518741	0.	0.	0.047629
6	Rx Max	4.425291		0.681256	0.	0.	-0.66273
6	Ry Min	0.381492		0.465933	0.	0.	-0.04454
6	Ry Max	4.425291		0.681256	0.	0.	-0.66273
6	Rz Min	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	Rz Max	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	Mx Min	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	Mx Max	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	My Min	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	My Max	0.068785		0.646681	0.	0.	-0.02567
6	Mz Min	4.425291		0.681256	0.	0.	-0.66273
6	Mz Max	-0.35331		0.518741	0.	0.	0.047629

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
7	Rx Min	-4.30359		-0.46287	0.	0.	-0.61731
7	Rx Max	0.459137		-0.47615	0.	0.	0.087126
7	Ry Min	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	Ry Max	-4.30359		-0.46287	0.	0.	-0.61731
7	Rz Min	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	Rz Max	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	Mx Min	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	Mx Max	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	My Min	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	My Max	0.068785		-0.64668	0.	0.	0.025673
7	Mz Min	-4.30359		-0.46287	0.	0.	-0.61731
7	Mz Max	0.459137		-0.47615	0.	0.	0.087126

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
10	Rx Min	-6.48385		-2.16996	0.	0.	-1.11502
10	Rx Max	1.496954		0.885819	0.	0.	-0.25935
10	Ry Min	-6.48385		-2.16996	0.	0.	-1.11502
10	Ry Max	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	Rz Min	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	Rz Max	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	Mx Min	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	Mx Max	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	My Min	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	My Max	1.366938		0.944398	0.	0.	-0.42281
10	Mz Min	-6.16840		-1.95202	0.	0.	-1.21259
10	Mz Max	1.451896		0.854671	0.	0.	-0.24697

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
11	Rx Min	0.606028		-0.56710	0.	0.	0.391130
11	Rx Max	8.902275		-3.84081	0.	0.	-0.36696
11	Ry Min	8.902275		-3.84081	0.	0.	-0.36696
11	Ry Max	0.606028		-0.56710	0.	0.	0.391130
11	Rz Min	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	Rz Max	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	Mx Min	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	Mx Max	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	My Min	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	My Max	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814
11	Mz Min	8.586827		-3.62288	0.	0.	-0.46454
11	Mz Max	1.366938		-0.94440	0.	0.	0.422814

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
36	Rx Min	-1.28299		-0.78298	0.	0.	0.091238
36	Rx Max	6.274378		-2.68892	0.	0.	1.329861
36	Ry Min	6.033430		-2.97228	0.	0.	1.384287
36	Ry Max	-1.23700		-0.67486	0.	0.	0.129234
36	Rz Min	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	Rz Max	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	Mx Min	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	Mx Max	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	My Min	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	My Max	-1.04411		-1.22789	0.	0.	0.235850
36	Mz Min	-1.28299		-0.78298	0.	0.	0.091238
36	Mz Max	6.033430		-2.97228	0.	0.	1.384287

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
42	Rx Min	-7.58874		-1.85226	0.	0.	-1.44572
42	Rx Max	1.253873		-0.84736	0.	0.	-0.09594
42	Ry Min	-7.34238		-2.12337	0.	0.	-1.50625
42	Ry Max	1.245594		-0.83356	0.	0.	-0.08421
42	Rz Min	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	Rz Max	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	Mx Min	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	Mx Max	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	My Min	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	My Max	1.067534		-1.17484	0.	0.	-0.26229
42	Mz Min	-7.34238		-2.12337	0.	0.	-1.50625
42	Mz Max	1.245594		-0.83356	0.	0.	-0.08421

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
49	Rx Min	-8.12165		-0.51649	0.	0.	0.912587
49	Rx Max	-0.32333		1.106093	0.	0.	-0.27161
49	Ry Min	-7.88070		-0.79985	0.	0.	0.967014
49	Ry Max	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	Rz Min	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	Rz Max	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	Mx Min	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	Mx Max	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	My Min	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	My Max	-1.04411		1.227895	0.	0.	-0.23585
49	Mz Min	-0.32333		1.106093	0.	0.	-0.27161
49	Mz Max	-7.88070		-0.79985	0.	0.	0.967014

N	CdC	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
58	Rx Min	0.388487		0.960085	0.	0.	0.307583
58	Rx Max	9.477450		0.226302	0.	0.	-0.98168
58	Ry Min	9.231096		-0.04481	0.	0.	-1.04220
58	Ry Max	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	Rz Min	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	Rz Max	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	Mx Min	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	Mx Max	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	My Min	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	My Max	1.067534		1.174838	0.	0.	0.262288
58	Mz Min	9.231096		-0.04481	0.	0.	-1.04220
58	Mz Max	0.396766		0.973887	0.	0.	0.319313

2.8.5– Altri risultati significativi

Di seguito si riporta il calcolo della base fondale in relazione alla possibilità di scorrimento della struttura fondale sul piano di posa della stessa; fenomeno che potrebbe verificarsi in quanto le strutture progettate risultano semplicemente appoggiate e non rese solidali con il terreno sottostante.

In relazione a quanto riportato nel precedente paragrafo 2.8.4, la somma totale di tutte le forze orizzontali risulta di 6,25kN nella condizione geotecnica .

Considerando un peso totale dovuto dalla presenza dei pannelli fotovoltaici e delle strutture metalliche pari a 7kN, un peso dovuto dalla struttura di fondazione pari a 54,15kN; considerando di eseguire un riempimento di terreno all'interno della vasca della struttura di fondazione per un'altezza pari a 24cm, si avrà un'ulteriore carico stabilizzante pari a 52,50kN, il carico verticale totale risulta pari a 7+54,15+52,50 = 113,65 kN.

Considerando un coefficiente di attrito terreno-fondazione pari 0,1, la verifica allo scorrimento risulta essere:

$$(113,65 \cdot 0,1) / 6,25 = 1,82, \text{ quindi verificata.}$$

Si considera solo la verifica rispetto alla condizione geotecnica in quanto non si sono fattorizzati i valori dei pesi verticali agenti; tale assunzione risulta plausibile in relazione anche in relazione al valore del coefficiente di scorrimento ottenuto

2.9 – Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

In relazione a quanto precedentemente riportato, si ritiene che i valori restituiti dal programma di calcolo accettabili e coerenti con quanto atteso in fase di progettazione preliminare.

Infatti si sono riscontrate deformazioni e sollecitazioni coerenti per ordine di grandezza e direzione alle azioni sollecitanti assegnate.

Non si è quindi voluto procedere a una verifica puntuale di quanto restituito, ma si è scelto di procedere direttamente alla verifica dei singoli elementi.

2.10 – Verifiche agli stati limite ultimi

Di seguito si riportano in modo tabellare il gruppo di sollecitazioni agenti sulle aste agli SLV, per ogni combinazione di carico.

Tubolare in acciaio Ø139,7x4

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL08 STR SLV

Tipo	n°Asta	Tipo Asta	X (cm)	N (KN)	T12 (KN)	T13 (KN)	MT (KNm)	M12 (KNm)	M13 (KNm)
N min	7	Beam	0.00	-6.49	2.94	0.00	0.00	1.10	0.00
N max	4	Beam	656.14	-0.52	-0.00	-3.19	-0.01	0.00	-2.67
T12 min	4	Beam	0.00	-5.84	-8.56	4.30	-3.07	1.75	-4.04
T12 max	4	Beam	656.14	-1.05	8.56	-4.10	-3.07	1.75	-3.36
T13 min	4	Beam	656.14	-1.05	8.56	-4.10	-3.07	1.75	-3.36
T13 max	4	Beam	0.00	-5.84	0.00	4.30	0.00	0.00	-4.04
Mt min	4	Beam	0.00	-5.84	-8.56	4.30	-3.07	1.75	-4.04
Mt max	4	Beam	0.00	-4.57	0.00	3.32	0.03	-0.02	-3.16
M12 min	4	Beam	320.00	-3.50	-0.21	0.21	-3.07	-11.85	2.88
M12 max	7	Beam	100.00	-6.32	2.94	0.00	0.00	4.04	0.00
M13 min	4	Beam	0.00	-5.84	0.00	4.30	0.00	0.00	-4.04
M13 max	7	Beam	100.00	-6.32	2.94	3.30	0.00	4.04	3.54
S1 min	4	Beam	0.00	-5.84	-8.56	4.30	-3.07	1.75	-4.04

---- Combinazioni di Carico ----

N min Comb: 1.3;
 N max Comb: 1;0;0;0;0;0;0;0;1;0;0.3;
 T12 min Comb: 1.3;0;1.5;
 T12 max Comb: 1.3;0;1.5;
 T13 min Comb: 1.3;0;1.5;
 T13 max Comb: 1.3;
 Mt min Comb: 1.3;0;1.5;
 Mt max Comb: 1;0;0;0;0;0;0;0;-0.3;0;-1;
 M12 min Comb: 1.3;0;1.5;
 M12 max Comb: 1.3;
 M13 min Comb: 1.3;
 M13 max Comb: 1.3;0;1.5;

Da cui si nota che le combinazioni di sollecitazioni maggiormente significative risultano essere quelle Nmin, T12min e M12min

Relativamente alla combinazione Nmin

Compressione				
Ned	Azione di calcolo	649	Ned	0,01 ok se<1
NcRd	Azione caratteristica	44654,76	NtRd	
		A	Area lorda	17,05
		γM0		1,05
		fyk		2750

Flessione retta			
Med	Azione di calcolo	11000	
McRd	Azione caratteristica	147111,9	
Med			0,07 ok se<1
McRd			
Classe 1 e 2			
McRd	$\frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$	147111,9	
Classe 3			
McRd	$\frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$	147400	
Wpl	resistenza plastica	56,17	
W _{el,min}	resistenza elastico	56,28	
γ_{M0}		1,05	
f _{yk}		2750	

Taglio			
Ved	Azione di calcolo	294	
VcRd	Azione caratteristica	16412,97	
Ved			0,02 ok se<1
VcRd			
In assenza di Torsione			
VcRd	$\frac{A_v \cdot f_{yk}}{\text{radq}(3) \cdot \gamma_{M0}}$	16412,97	
Profilati circolari cavi			
A _v	$\frac{2 \cdot A}{\pi}$	10,85	
b	larghezza ali e base	0	
h	altezza rettangolo	0	
t _f	spessore ali	0	
t _w	spessore anima	0	
h _w	altezza anima	0	
r	raggio raccordo	0	
A	area lorda	17,05	
γ_{M0}		1,05	
f _{yk}		2750	

Da cui si evince che la verifica a flessione risulta ampiamente verificata e che le sollecitazioni a taglio e compressione risultano poco significative

Relativamente alla combinazione T12min

Compressione			
N _{ed}	Azione di calcolo	584	
N _{cRd}	Azione caratteristica	44654,76	
N _{ed}			0,01 ok se<1
N _{cRd}			
A	Area lorda	17,05	
γ_{M0}		1,05	
f _{yk}		2750	

Flessione retta			
Med	Azione di calcolo	40400	
McRd	Azione caratteristica	147111,9	
Med			0,27 ok se<1
McRd			
Classe 1 e 2			
McRd	$\frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{MO}}$	147111,9	
Wpl	resistenza plastica	56,17	
Wel,min	resistenza elastico	56,28	
γ_{MO}		1,05	
f _{yk}		2750	
Classe 3			
McRd	$\frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{MO}}$	147400	

Taglio			
Ved	Azione di calcolo	886	
VcRd	Azione caratteristica	16412,97	
Ved			0,05 ok se<1
VcRd			
In assenza di Torsione			
VcRd	$\frac{A_v \cdot f_{yk}}{\text{radq}(3) \cdot \gamma_{MO}}$	16412,97	
Profilati circolari cavi			
A _v	$\frac{2 \cdot A}{\pi}$	10,85	
b	larghezza ali e base	0	
h	altezza rettangolo	0	
t _f	spessore ali	0	
t _w	spessore anima	0	
h _w	altezza anima	0	
r	raggio raccordo	0	
A	area lorda	17,05	
γ_{MO}		1,05	
f _{yk}		2750	

Presso/tenso -flessione biassiale			
Ned	Azione di calcolo	584	
NtRd	Azione con sezione indebolita	44654,76	
Med,z	Azione di calcolo dirz	40400	
MN,Rcd,z	Azione caratteristica dirz	147111,9	
Med,y	Azione di calcolo diry	17500	
MN,Rcd,y	Azione caratteristica diry	147111,9	
se n>0.2			
$\left(\frac{Med,y}{MN,Rcd,y} \right)^2 + \left(\frac{Med,z}{MN,Rcd,z} \right)^{5 \cdot n}$			0,93 ok se<1
se n<0.2			
$\frac{Med,y}{MN,Rcd,y} + \frac{Med,z}{MN,Rcd,z}$			0,39 ok se<1
n =	$\frac{Ned}{NtRd}$	0,01	

Da cui si evince che la verifica a flessione biassiale risulta ampiamente verificata e che le sollecitazioni a taglio e compressione risultano poco significative

Relativamente alla combinazione M12min

Compressione

Ned	Azione di calcolo	350
NcRd	Azione caratteristica	44654,76

Ned	0,01 ok se<1
NtRd	

A	Area lorda	17,05
γ_{M0}		1,05
f_{yk}		2750

Flessione retta

Med	Azione di calcolo	118500
McRd	Azione caratteristica	147111,9

Med	0,81 ok se<1
McRd	

Classe 1 e 2

$$McRd \frac{W_{pl} * f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 147111,9$$

W_{pl}	resistenza plastica	56,17
$W_{el,min}$	resistenza elastico	56,28
γ_{M0}		1,05
f_{yk}		2750

Classe 3

$$McRd \frac{W_{el,min} * f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 147400$$

Taglio

Ved	Azione di calcolo	42
VcRd	Azione caratteristica	16412,97

Ved	0 ok se<1
VcRd	

In assenza di Torsione

$$VcRd \frac{A_v * f_{yk}}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 16412,97$$

Profilati circolari cavi

$$A_v = \frac{2 * A}{\pi} = 10,85$$

b	larghezza ali e base	0
h	altezza rettangolo	0
tf	spessore ali	0
tw	spessore anima	0
hw	altezza anima	0
r	raggio raccordo	0
A	area lorda	17,05
γ_{M0}		1,05
f_{yk}		2750

Presso/tenso -flessione biassiale

Ned	Azione di calcolo	350
NtRd	Azione con sezione indebolita	44654,76
Med,z	Azione di calcolo dirz	118500
MN,Rcd,z	Azione caratteristica dirz	147111,9
Med,y	Azione di calcolo diry	28800
MN,Rcd,y	Azione caratteristica diry	147111,9

se $n > 0,2$

$$\left(\frac{Med,y}{MN,Rcd,y} \right)^2 + \left(\frac{Med,z}{MN,Rcd,z} \right)^{5*n} = 1,03 \text{ ok se } < 1$$

se $n < 0,2$

$$\frac{Med,y}{MN,Rcd,y} + \frac{Med,z}{MN,Rcd,z} = 1 \text{ ok se } < 1$$

$$n = \frac{Ned}{NtRd} = 0,01$$

Da cui si evince che la verifica a flessione biassiale risulta ampiamente verificata e che le sollecitazioni a taglio e compressione risultano poco significative

Cavo di controvento Ø10

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL08 STR SLV

Tipo n°Asta	Tipo Asta	X (cm)	N (KN)	T12 (KN)	T13 (KN)	MT (KNm)	M12 (KNm)	M13 (KNm)
N min	11	Truss	0.00	13.28	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	10	Truss	0.00	12.57	0.00	0.00	0.00	0.00

---- Combinazioni di Carico ----

N min Comb: 1.3;0;1.5;

N max Comb: 1;0;1.5;

Relativamente alla combinazione Nmin

Trazione

Ned	Azione di calcolo	1328	
NtRd	Azione con sezione indebolita	2069,05	

			0,64 ok se <1
--	--	--	---------------

Minimo tra

NplRd	$\frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$	2069,05	
NuRd	$\frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$	2911,71	

			0,71 ok se <1
--	--	--	---------------

	A	Area lorda	0,79
	A _{net}	Area netta	0,79
	γ _{M0}		1,05
	γ _{M2}		1,05
	f _{yk}		2750
	f _{tk}		4300

2.11 – Verifiche agli stati limite di esercizio

Relativamente alle strutture in progetto, le uniche verifiche plausibili per gli stati limite di esercizio, risultano quelle sulla deformabilità degli elementi.

In relazione a quanto già riportato ai paragrafi precedenti attraverso tabelle e visualizzazioni grafiche, le deformazioni delle strutture ipotizzate risultano ininfluenti.

3 – RELAZIONE SUI MATERIALI

3.1 – Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera

Nel presente progetto si utilizzano principalmente tre tipologie di materiale:

- calcestruzzo C18 C25/30 per la struttura di fondazione
- acciaio in barre B450C per l'armatura della struttura di fondazione
- acciaio S275 per tutte le strutture in carpenteria metallica

3.2 – Valori di calcolo

Di seguito si riportano in modo esemplificativo e tabellare le caratteristiche dei materiali.

ID = numero identificativo del materiale

E = Modulo di Elasticità

ν = Coefficiente di Poisson

G = Modulo di Elasticità Tangenziale

Ps = Peso specifico

α = Coefficiente di Dilatazione Termica

f_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento

f_u = Resistenza ultima a trazione

R_{ck} = Resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo

f_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo

f_{ctk} = Resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo

f_{ctm} = Resistenza media di trazione del calcestruzzo

$f_{t,eff}$ = Resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone insorgere le primne fessure

$\gamma_{m,c}$ = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per compressione

$\gamma_{m,t}$ = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per trazione

$\gamma_{m,ecc}$ = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

γ_c = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo

f_y = Tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40mm

f_{y1} = tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40mm

$\gamma_{M0,c}$ = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

$\gamma_{M0,t}$ = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria

γ_{M1} = Coeff.parziale materiale per resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

Coeff.riduz.addiz = coefficiente di riduzione addizionale (x fcd)

GrpEsig = è gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) per le verifiche SLE; par.4.3.1.6 del DM 9/1/1996 (a = condizioni ambiente poco aggressivo, b = moderatamente aggressivo, c = molto aggressivo) oppure par.5.1.2.2.6.5 del DM 14/09/2005 o par.4.1.2.2.4.3 DM 14/01/2008 (a = condizioni ambientali ordinarie, b = aggressive, c = molto aggressive). Per l'Eurocodice corrisponde alla classe di esposizione, prospetto 7.1N EN 1992-1-1:2005 (a = X0, XC1, b = XC2, XC3, XC4, c = XD1, XD2, XS1, XS2, XS3)

Nome Materiale: C18 C25/30

Tipologia del Materiale: Calcestruzzo

ID = 18

E = 31476 (N/mm²)

ν = 0.200

G = 13115 (N/mm²)

Ps = 25 (KN/m³)

α = 1e-005 (1/°C)

$\gamma_{m,c}$ = 1.5

$\gamma_{m,t}$ = 1.5

$\gamma_{m,ecc}$ = 1

R_{ck} = 30 (N/mm²)

$f_{ck} = 25 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $f_{ctk} = 1.7955 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $f_{ctm} = 2.565 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 Coeff.riduz.addiz = 1 x fcd
 GrpEsig = a

Parametri per verifiche di fessurazione:

Per le verifiche di formazione delle fessure il moltiplicatore di f_{ctm} è: 1/0;
 Per le verifiche di apertura delle fessure i valori ammissibili delle aperture delle fessure sono:
 per le armature sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.2 mm	0.3 mm

per le armature poco sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.3 mm	0.4 mm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.1.2, par.4.1.2.1.3 DM 14/01/2008):

$CRd,c = 0.18/\gamma_c$, $v = 0.175 * k^{3/2}$, $k = 0.15$, $f_{ctd} / f_{cd} = 0.5$

Per il significato dei parametri si veda anche par.6.2.2 EC2

Parametri verifiche a punzonamento (par.6.4.4, EN 1992-1-1:2005):

Sono i medesimi valori per il taglio di cui sopra

Nome Materiale: S 275

Tipologia del Materiale: Acciaio da Carpenteria

ID = 29
 $E = 2.1e+005 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $\nu = 0.300$
 $G = 80769 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $P_s = 78.5 \text{ (KN/m}^3\text{)}$
 $\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
 $f_y = 275 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$f_{y1} = 255 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$\gamma_{M0,c} = 1.05$

$\gamma_{M0,t} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.05$

$\gamma_{m,ecc} = 1$

$f_u = 430 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Nome Materiale: B450C

Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature

ID = 26
 $E = 2e+005 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $\nu = 0.300$
 $G = 76923 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $P_s = 78.5 \text{ (KN/m}^3\text{)}$
 $\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
 $f_{yk} = 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$\gamma_{m,c} = 1.15$

$\gamma_{m,t} = 1.15$

$\gamma_{m,ecc} = 1$

$f_u = 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Aderenza Migliorata = Si

Tipo Armatura = armatura poco sensibile

4 – ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

4.4 – Elaborati grafici generali e particolari costruttivi

Di seguito si riporta l'elenco delle tavole che meglio descrivono le strutture oggetto di questo progetto esecutivo:

Tav. 12 : PARTICOLARE ESECUTIVO DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI PANNELLI
FOTOVOLTAICI AD INSEGUIMENTO AD ASSE ORIZZONTALE

“elaborati grafici generali del progetto esecutivo riguardante le strutture tenendo in considerazione quanto riportato al punto 3.1e 3.2 del paragrafo C10.1 della Circolare Ministeriale.”

5 – PIANO MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE

In merito alla particolare tipologia di struttura progettata, si predispone apposito piano di manutenzione delle strutture da eseguire durante la vita utile delle stesse.

Trattandosi di strutture in carpenteria metallica esposte direttamente agli agenti atmosferici, si prescrive un controllo visivo semestrale per il controllo generale dello stato di conservazione delle strutture metalliche e i relativi collegamenti; con tale controllo si dovrà inoltre verificare che la struttura in oggetto non abbia subito forti deformazioni o anomale distorsioni dovute principalmente dal verificarsi di possibile cedimenti differenziali.

Inoltre si prescrive un controllo con scadenza annuale mirato all'esame accurato di tutti i collegamenti bullonati e saldati delle strutture metalliche, per verificarne l'integrità e l'efficacia.

In caso si riscontrasse una sopraggiunta anomalia, procedere con il ripristino delle condizioni iniziali di messa in opera, anche attraverso alla consultazione di tecnici qualificati alla valutazione strutturale delle opere.