

PROPONENTE
Repower Renewable Spa
Via Lavaredo, 44
30174 Venezia

REPOWER
L'energia che ti serve.

COORDINAMENTO

LAAP ARCHITECTS®
urban quality consultants
LAAP ARCHITECTS Srl
via Francesco Laurana 28
90143 - Palermo - Italia
t 091.7834427 - fax 091.7834427
laap.it - info@laap.it
Numero di commessa laap: 338

PROGETTAZIONE

LAAP ARCHITECTS®
urban quality consultants
LAAP ARCHITECTS Srl
via Francesco Laurana 28
90143 - Palermo - Italia
t 091.7834427 - fax 091.7834427
laap.it - info@laap.it
Numero di commessa laap: 338

Architetto e Agrotecnico Antonino Palazzolo



N° COMMESSA

1518

PARCO AGRIVOLTAICO "RACARRUME", 25 MW + 20 MW ACCUMULO
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNI DI BUSETO PALIZZOLO (TP), VALDERICE (TP), ERICE (TP) TRAPANI E MISILISCEMI (TP)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

RELAZIONE PRELIMINARE DELLE STRUTTURE CON
TABULATI DI CALCOLO

CODICE ELABORATO

PD.12

NOME FILE: 338_CARTIGLIO_r00.dwg

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDAITTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	20/03/2023	PRIMA EMISSIONE	LAAP ARCHITECTS	Arch. Sandro Di Gangi	Arch. Antonino Palazzolo

INDICE

1. RELAZIONE TECNICA GENERALE	4
1.1. Premessa.....	4
1.2. Descrizione generale dell'opera.....	5
2. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA.....	6
2.1. Normativa di riferimento.....	6
2.2. Referenze tecniche (Cap. 12 D.M. 17.01.2018).....	6
2.3. Misura della sicurezza.....	6
2.4. Modelli di calcolo.....	7
3. AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	9
3.1. Azioni ambientali e naturali.....	9
3.2. Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche	9
3.3. Azione sismica	11
3.4. Azioni dovute al vento	11
3.5. Azioni dovute alla temperatura	11
3.6. Neve	11
3.7. Azioni antropiche e pesi propri	12
3.8. Combinazioni di calcolo	12
3.9. Combinazioni delle azioni sulla costruzione	13
4. TOLLERANZE	14
5. DURABILITÀ.....	15
6. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO.....	16
7. RELAZIONE AI SENSI DEL CAP. 10.2 DELLE NTC 2018 - ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	17
7.1. Tipo di analisi svolta	17
7.2. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo	18
7.3. Validazione dei codici	18
7.4. Presentazione sintetica dei risultati.....	18
7.5. Informazioni sull'elaborazione	21
7.6. Giudizio motivato di accettabilità	21
8. RELAZIONE SUI MATERIALI	23
8.1. Prescrizioni sui materiali da impiegare nelle opere	23
8.1.1. Acciai per carpenteria metallica.....	23
8.1.2. Bulloni.....	23
8.1.3. Saldature.....	23
9. PARAMETRI SISMICI	24
10. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURE CON INSEGUITORE MONOASSIALE	25
10.1. Modello geometrico della struttura	25
10.1.1. Telaio in area attività colturale (H = 3,04 m)	25
10.1.2. Telaio in area attività zootecnica (H = 2,24 m).....	26
10.2. Carichi agenti	27
10.2.1. Carico da vento	27
10.2.2. Carico da neve	30

10.3. Verifica struttura in area attivita' colturale (h = 3,04 m)	31
10.4. Verifica della struttura in area pascolo (h = 2,24 m)	37
1. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURE A TELAIO FISSO	43
1.1. Modello geometrico della struttura	43
1.2. Carichi agenti	44
1.2.1. Carico da vento	44
1.2.2. Carico da neve	47
1.2.3. Pannelli fotovoltaici	47
1.3. Verifica portanza terreno (Area attivita' zootecnica)	48
1.4. Verifica sfilamento pali (Area attivita' zootecnica)	50
2. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI	58
2.1. Relazione geologica	58
2.2. Categoria del sottosuolo DM 17/01/2018	58
2.3. Relazione geotecnica	58
2.4. Verifica portanza terreno (area attivita' colturale)	59
2.5. Verifica sfilamento pali (area attivita' colturale)	60
2.6. Verifica portanza terreno (area attivita' zootecnica)	61
2.7. Verifica sfilamento pali (area attivita' zootecnica)	62
3. TABULATI DI CALCOLO E DISEGNI ESECUTIVI	64

1. RELAZIONE TECNICA GENERALE

1.1. Premessa

La presente relazione è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Racarrume" da 25 MW e integrato da un sistema di accumulo di 20 MW, per una potenza totale richiesta in immissione di 45 MW. L'impianto è ubicato nei Comuni di Valderice (TP) e Buseto Palizzolo (TP), in Località Racarrume.

Si prevede la realizzazione di telai in acciaio per il supporto di pannelli fotovoltaici, così come descritto negli elaborati facenti parte del progetto definitivo, da fissare direttamente nel terreno.

La presente relazione di calcolo ha pertanto per oggetto la verifica strutturale del telaio di supporto sopradescritto, al quale saranno fissati i pannelli fotovoltaici.

Per l'installazione di tutte le strutture descritte non necessitano opere civili di alcun genere, dato che l'interfaccia struttura-terreno sarà costituita dai soli profilati in acciaio zincato con riferimento ai quali si procederà alla opportuna verifica della resistenza del terreno e dello sfilamento degli ancoraggi.

I telai di supporto dei pannelli saranno di tre tipologie, di cui due analoghe tra loro:

- la prima, indicata come "struttura con inseguitore monoassiale in area attività colturale", sarà formata da n. 7 pilastri in profilati di acciaio con sezione a omega O275*111,5*50*5,5, aventi lunghezza fuori terra di 2,80 m, infissi direttamente nel terreno per una profondità di 1,70 m, oltre i 40 cm di terreno agrario, quindi di lunghezza totale di 4,90 m, e collegati tra loro da una trave sommitale anch'essa in profilato di acciaio con sezione quadrata da mm 140x100x3,5;
- la seconda, indicata come "struttura con inseguitore monoassiale in area attività zootecnica", sarà formata da n. 7 pilastri in profilati di acciaio con sezione a omega O225*111,5*50*5,5, aventi lunghezza fuori terra di 2,00 m, infissi direttamente nel terreno per una profondità di 1,80 m, oltre i 40 cm di terreno agrario, quindi di lunghezza totale di 4,20 m, e collegati tra loro da una trave sommitale anch'essa in profilato di acciaio con sezione quadrata da mm 140x100x3,5.
- la terza, indicata come "struttura con telaio fisso in area attività zootecnica", sarà formata da due file di n.5 pilastri in profilati di acciaio con sezione a C 400*120*55*3, aventi lunghezza fuori terra di 1,587 per la prima fila e di 2,54 m per la seconda, infissi direttamente nel terreno per una profondità di 2,90 m, oltre i 40 cm di terreno agrario, quindi di lunghezza totale di 4,887 e di 5,84 m, e collegati tra loro da una trave sommitale anch'essa in profilato di acciaio del tipo UPN 200 con sezione da mm 200x75x8,5. I pannelli fotovoltaici sono ancorati a longheroni aventi sezione a C 160x80x5 mm,

Il dimensionamento delle strutture nel seguito descritte ha, in questa fase progettuale, carattere preliminare, in quanto basato su ipotesi di base che potrebbero venire modificate nella fase di progettazione esecutiva; per tale motivo le calcolazioni di seguito esposte sono da considerarsi di tipo preliminare.

Prima della effettiva realizzazione delle opere sarà redatto il progetto esecutivo strutturale che sarà depositato presso l'Ufficio del Genio Civile di Trapani ai sensi dell'art. 93 del D.P.R. n. 380/2001 (ex art. 17 della Legge 02/02/1974, n. 64) e richiesta l'autorizzazione alla realizzazione dei lavori ai sensi dell'art. 94 del D.P.R. n. 380/2001 (ex art. 18 della Legge 02/02/1974, n. 64).

La presente è stata commissionata dalla Società Repower Renewable S.p.A.

Per maggiori dettagli sulle dimensioni delle strutture, sul loro assemblaggio e sullo schema di infissione dei picchetti nel terreno, si vedano gli elaborati grafici allegati alla presente.

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente riepilogo dei parametri sismici:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale Vn (anni)	50
Classe d'Uso	IV
Coefficiente d'Uso	2,0
Vita Riferimento Vr (anni)	100
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	T1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	37.99718 N
Longitudine del sito oggetto di edificazione	12.67021 E

1.2. Descrizione generale dell'opera

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici appartengono alla tipologia "inseguitore monoassiale" (Tracker), con asse di rotazione avente sviluppo longitudinale lungo l'asse Nord-Sud ed esposizione dei moduli fotovoltaici variabile da Est a Ovest.

Questo tipo di inseguitore è definito "ad asse polare", in quanto insegue le radiazioni solari, ruotando intorno ad un asse parallelo all'asse di rotazione terrestre nord-sud.

L'angolo di inclinazione dei moduli oscilla da -55° a +55° rispetto all'orizzontale, con esposizione dei moduli fotovoltaici variabile da Est a Ovest.

Il singolo tracker ospita n. 30 moduli affiancati in configurazione verticale 1V, a formare strutture indipendenti di lunghezza pari a 41,40 mt e larghezza pari a 2,384 mt.

L'altezza massima dal suolo è invece di 4,08 m (3,04 m al punto più alto della struttura portante) per le strutture in area attività colturale e di 3,29 m (2,24 m al punto più alto della struttura portante) in area attività zootecnica. L'ancoraggio delle strutture al terreno sarà affidato agli stessi pilastri in acciaio, infissi tramite battitura, fino alla profondità necessaria per garantire le verifiche geotecniche.

L'inseguitore solare (Tracker) è costituito da una trave orizzontale continua, sorretta da montanti verticali infissi al suolo; la trave ha la possibilità di ruotare intorno al proprio asse grazie a dei sistemi di supporto rotante posti in testa ai pali stessi.

Per quanto riguarda invece le strutture a telaio fisso, aventi sviluppo longitudinale lungo l'asse Est-Ovest, ospitano all'interno della stessa stringa n.24 moduli affiancati in configurazione orizzontale 3V, a formare strutture indipendenti di lunghezza pari a 18,00 mt e larghezza pari a 4,355 mt. I pilastri sono collegati tra loro da una trave sommitale anch'essa in profilato di acciaio del tipo UPN 200 con sezione da mm 200x75x8,5., mentre i pannelli fotovoltaici sono ancorati a longheroni aventi sezione a C 160x80x5 mm,

L'ancoraggio delle strutture al terreno sarà affidato agli stessi pilastri in acciaio, infissi tramite battitura, fino alla profondità necessaria per garantire le verifiche geotecniche.

I pali sono infissi nel terreno mediante battitura ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno, profondità che dovrà essere comunque confermata nella fase di progettazione esecutiva, sulla base di indagini geognostiche più approfondite.

Lungo la trave principale sono fissate le strutture di sostegno dei pannelli, sulle quali vengono a loro volta fissati i moduli fotovoltaici.

2. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

2.1. Normativa di riferimento

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

2.2. Referenze tecniche (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 - Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 - Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 - Fondazioni ed opere di sostegno

2.3. Misura della sicurezza

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore della corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;

la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

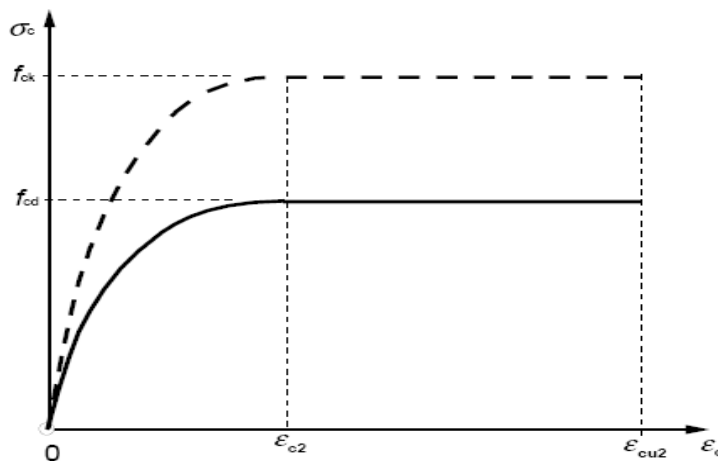
2.4. Modelli di calcolo

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

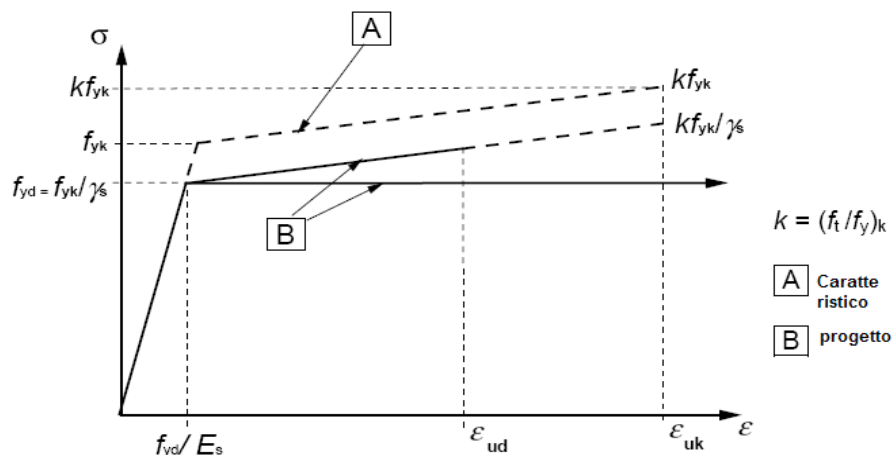
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



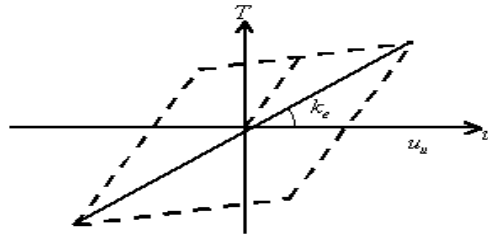
Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;
legame elastico lineare per le sezioni in legno;
legame elasto-viscoso per gli isolatori.



Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

3. AZIONI SULLA COSTRUZIONE

3.1. Azioni ambientali e naturali

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare Applicativa n. 7 del 21/01/2019, per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

3.2. Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥4,00	≥4,00	≥2,00
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F – G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

I valori nominali e/o caratteristici q_k, Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

3.3. Azione sismica

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

3.4. Azioni dovute al vento

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare Applicativa n. 7 del 21/01/2019. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

3.5. Azioni dovute alla temperatura

È stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

3.6. Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018

per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

3.7. Azioni antropiche e pesi propri

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

3.8. Combinazioni di calcolo

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti ψ_2 j sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

3.9. Combinazioni delle azioni sulla costruzione

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

4. TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
- Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm
- Per dimensioni =400 mm ± 15 mm
- Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

5. DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

6. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018. Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

7. RELAZIONE AI SENSI DEL CAP. 10.2 DELLE NTC 2018 - ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

7.1. Tipo di analisi svolta

- **Tipo di analisi e motivazione**

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di comportamento. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta. Nelle analisi sono state considerate le eccentricità accidentali pari al 5% della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

- **Metodo di risoluzione della struttura**

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti è stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- **Metodo di verifica sezionale**

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

- Legame parabola rettangolo per il cls
- Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

- **Combinazioni di carico adottate**

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

- **Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico**

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio. Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE. In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore q e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

7.2. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2022
Nro Licenza	32232

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

**Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri
95030 Sant'Agata li Battiati (CT).**

- **Affidabilità dei codici utilizzati**

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all' indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

7.3. Validazione dei codici

L' opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista.

7.4. Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (0) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	0
Y	0
Z	NON SELEZIONATA

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	NON CALCOLATO
SLD	NON CALCOLATO

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 27	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali/Micropali (Plinti)	0 su 0	NON PRESENTI
Micropali (Travi/Piastre)	0 su 0	Tipologie NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 27	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina Riassuntiva della Ridistribuzione Plastica

	Numero totale Travi a cui si è applicata la ridistribuzione plastica	Numero Travi con coeff. di ridistribuzione plastica inferiore al limite di Norma
Ridistribuzione Plastica Travi in C.A.	NON ESEGUITA	NON ESEGUITA

Tabellina Riassuntiva delle Verifiche di Gerarchia delle Resistenze

	Non Verif/Totale	STATUS
Gerarchia Trave Colonna c.a.	0 su 0	NON ESEGUITA
Gerarchia Trave Colonna acc.	0 su 0	NON ESEGUITA

Tabellina Riassuntiva delle Verifiche delle Unioni Metalliche

	Non Verif/Totale	STATUS
Telai	0 su 0	NON PRESENTI
Reticolari	0 su 0	NON PRESENTI

Architravi	0 su 0		NON PRESENTE
------------	--------	--	--------------

Tabellina riassuntiva verifiche Pareti CLS Debolmente Armate

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cmq)	0	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale		NON CALCOLATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento		NON CALCOLATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	NON CALCOLATO	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	NON CALCOLATO	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

Tabellina riassuntiva della Stabilita' Globale della struttura

Numero della combinazione di carico	CARICO CRITICO NON CALCOLATO
Valore del moltiplicatore dei carichi	CARICO CRITICO NON CALCOLATO

7.5. Informazioni sull'elaborazione

Il software è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulle verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.
- Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all'autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

7.6. Giudizio motivato di accettabilità

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, è stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si è potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si può quindi affermare che il calcolo è andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato è risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

8. RELAZIONE SUI MATERIALI

8.1. Prescrizioni sui materiali da impiegare nelle opere

8.1.1. Acciai per carpenteria metallica

Sono prescritti gli acciai da carpenteria tipo S420, secondo la normativa italiana vigente. Il grado di ossidazione minimo richiesto è il grado B. Le caratteristiche meccaniche e chimiche degli acciai sono quelle definite dalla Normativa italiana vigente e riportate nelle istruzioni CNR-UN 10011/88 e successive revisioni, cui occorre attenersi per il calcolo e UNI EN 10025 per la composizione chimica.

Gli acciai devono provenire da produzione di qualità controllata all'origine. I controlli sulle forniture e partite di materiale semilavorato, profilati, piatti e lamiere, i prelievi e la preparazione delle provette e le modalità di prova, debbono essere conformi al D.M. 17/01/2018 ed alle norme UNI applicabili.

Acciaio S420 (Secondo UNI EN 10025)	
f_y	420 MPa (Limite di snervamento)
f_u	480 MPa (Limite di rottura)
E	210 GPa (Modulo elastico)

8.1.2. Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alla sotto indicate classe della norma UNI EN ISO 898-1:2001.

VITE (CL. 8.8) – DADO 8 (UNI EN ISO 898-1:2001)	
F_t	800 N/mm ² (Limite di rottura)
F_y	649 N/mm ² (Limite di snervamento)

8.1.3. Saldature

Eventuali saldature dell'acciaio dovranno avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purchè sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

9. PARAMETRI SISMICI

Per l'esecuzione dei calcoli strutturali si sono adottati i seguenti parametri sismici, meglio specificati nei tabulati di calcolo allegati:

Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,67021	Latitudine Nord (Grd)	37,99718
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000

Categoria sottosuolo	C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
Condizioni topografiche	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Classe d'uso	IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.
Vita Nominale	50	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

10. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURE CON INSEGUITORE MONOASSIALE

Le analisi e le verifiche, eseguite secondo il D.M. 17/01/2018, sono svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio e sono ottenute involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

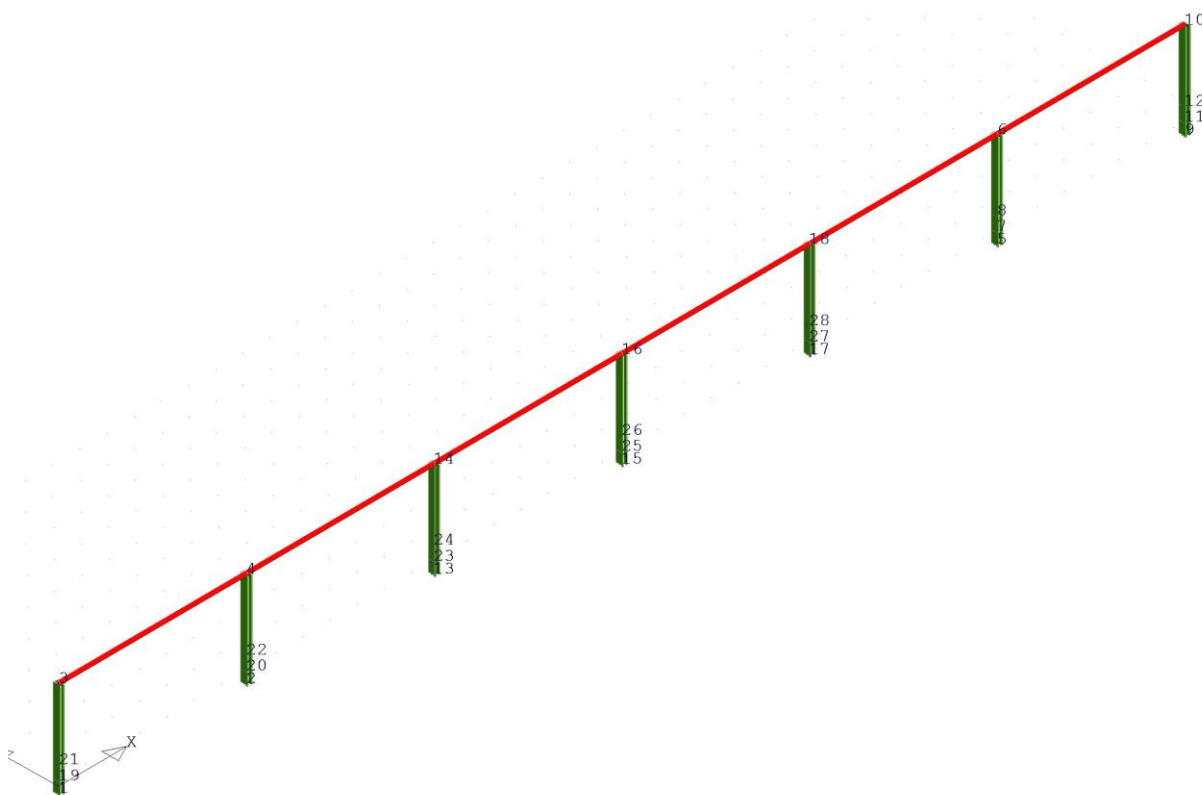
Per ulteriori dettagli, si vedano i tabulati di calcolo allegati alla presente.

10.1. Modello geometrico della struttura

Lo schema strutturale adottato è lo stesso per entrambe le tipologie di telaio (in area attività colturale ed in area attività zootecnica); cambia nella fattispecie l'altezza dei pilastri fuori terra (3,04 m contro 2,24 m) e la loro sezione (omega O275*111.5*50*5.5 per la prima, O225*111.5*50*5.5 per la seconda).

10.1.1. Telaio in area attività colturale (H = 3,04 m)

Lo schema geometrico utilizzato per il calcolo è il seguente:



Vista assometrica telaio in area attività colturale

La struttura sarà formata da n. 7 pilastri in profilati di acciaio del tipo omega O275*111.5*50*5.5, infissi direttamente nel terreno.

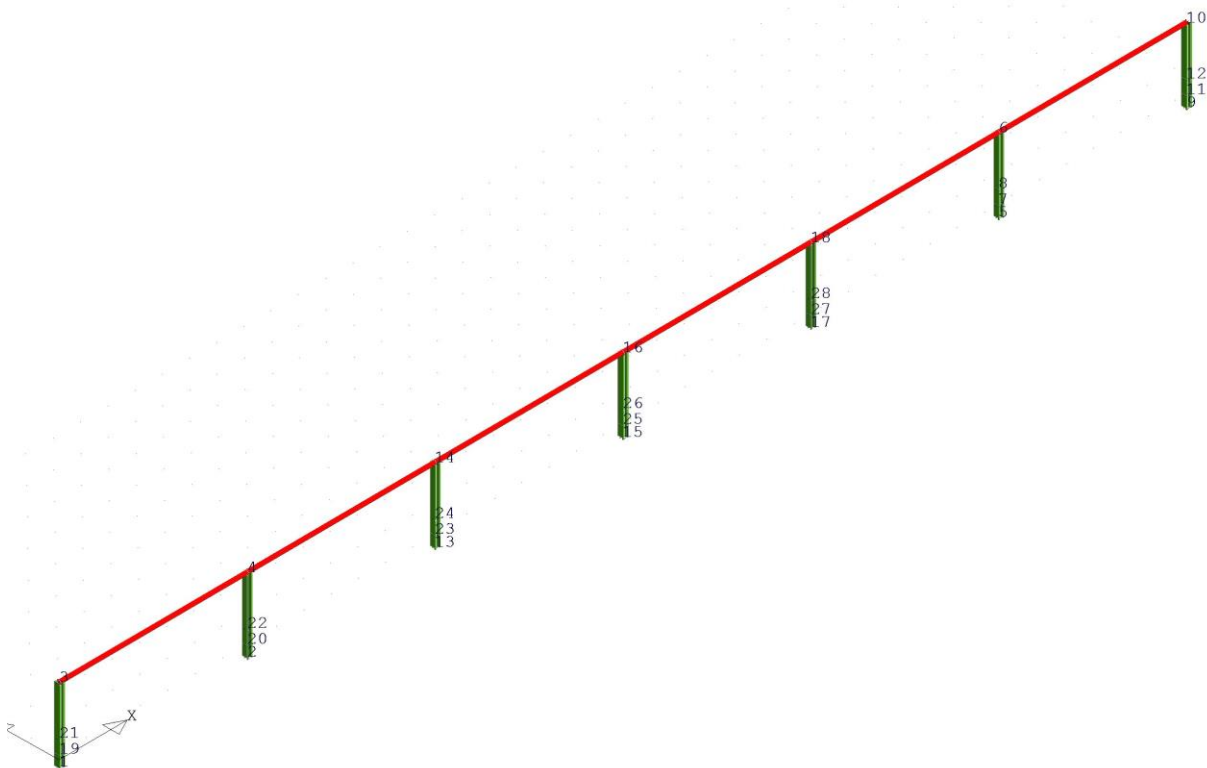
I pilastri vengono considerati incastrati a terra ad una profondità di 40 cm, poiché si ritiene che da questa profondità in poi il palo "lavori", seppure con parametri geotecnici diversi per i due strati di terreno attraversati dal palo, anch'essi diversi, sia in termini di portanza del terreno, sia in termini di resistenza allo sfilamento; si tiene quindi conto di tutti gli strati per le verifiche eseguite.

La composizione geometrica delle strutture è la seguente: per le travi longitudinali la sezione è del tipo rettangolare 140*100*3.5 mm, mentre per i pilastri la sezione è del tipo omega O275*111.5*50*5.5. Dal punto di vista geotecnico, per come sarà descritto in seguito, è necessaria una lunghezza di infissione di ulteriori 1,70 m, per soddisfare la verifica della portanza del terreno (quella allo sfilamento del palo è soddisfatta poiché il palo non sarà soggetto a trazione); i pilastri avranno pertanto una lunghezza complessiva netta di ml (2,80+0,40+1,70) = ml 4,90. La lunghezza fuori terra del palo è indicata negli elaborati architettonici (2,794 m, arrotondato a 2,80 m) ed è diversa da quella di calcolo che la fa coincidere con l'altezza dal suolo dell'asse della sezione della trave longitudinale sommitale (3,04 m).

Riguardo ai carichi applicati alla struttura, sono tenute in conto l'azione del vento ed il carico neve, determinati secondo le norme tecniche vigenti, oltre che il peso proprio ed i carichi permanenti.

10.1.2. Telaio in area attività zootecnica (H = 2,24 m)

Lo schema geometrico utilizzato per il calcolo è il seguente:



Vista assometrica telaio in attività zootecnica

10.2. Carichi agenti

I carichi più gravosi che agiscono sulle strutture fotovoltaiche sono quelli dovuti al vento, il quale, in casi eccezionali, può portare finanche allo sfilamento dei montanti verticali.

In questi tipi di strutture i carichi dovuti al vento risultano di gran lunga più gravosi rispetto a quelli sismici i quali, di tipo inerziale, sono proporzionali alle masse sollecitate che, essendo relative ai soli moduli, rendono l'azione tagliante estremamente modesta.

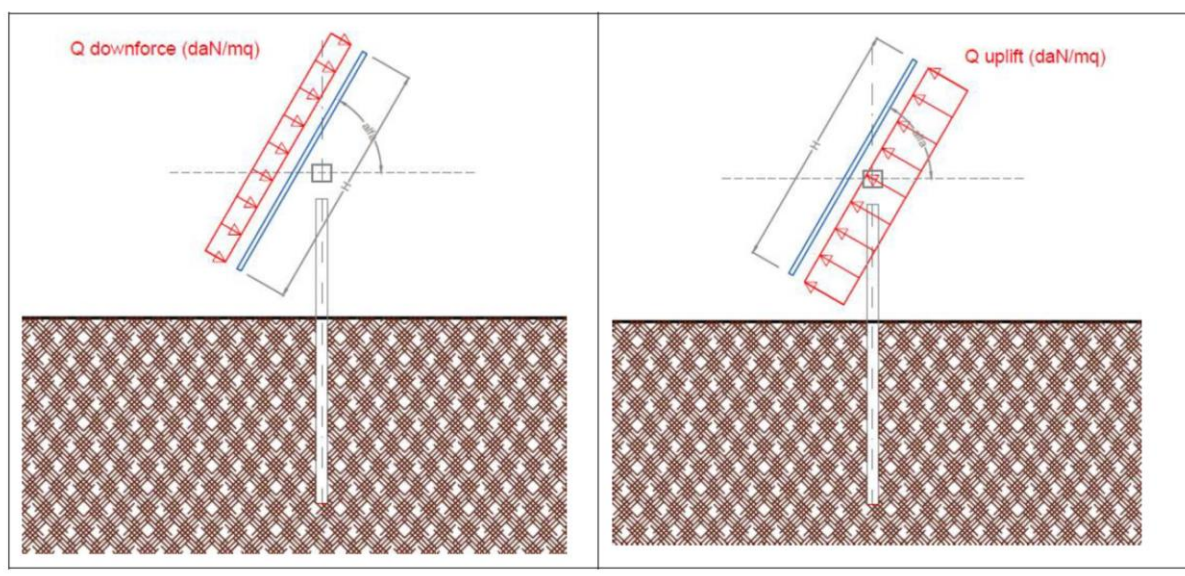
Nella presente vengono comunque considerati anche i carichi sismici, seppure gli stessi sono di entità molto lieve, così come il carico neve, anch'esso molto modesto in riferimento alla zona nella quale saranno realizzare le strutture, per completezza di analisi.

10.2.1. Carico da vento

Si utilizzano gli schemi riportati nel DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) – Cap. 3 "Azioni sulle costruzioni" e relativa Circolare C.S.LL.PP. n. 7. 21/01/2019.

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente, costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici delle vele.

L'azione del vento viene esplicitata sul pannello di carico, con intensità e direzioni variabili nel seguito illustrate; si generano dunque carichi di pressione (Q downforce) e depressione (Q uplift), variabili in funzione dell'angolo di inclinazione alfa, per come indicato nello schema seguente:



Il calcolo delle azioni del vento è effettuato in base al punto 3.3 delle N.T.C. e relative modifiche ed integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019.

L'azione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove:

$$q_{ref} = (V_{ref})^2 / 1,6$$

C_e

C_p

C_d

è la pressione cinetica di riferimento in N/m^2

è il coefficiente di esposizione

è il coefficiente di pressione (ex coefficiente di forma)

è il coefficiente dinamico

La costruzione è ubicata nei Comuni di Valderice (TP) e Buseto Palizzolo (TP);

il sito ha le seguenti caratteristiche:

Altezza sito s.l.m.: 390 m
Altezza costruzione: 4 m
Distanza dalla costa: 8,5 Km

classe di rugosità del terreno: D
zona: 4
categoria di esposizione: II

$V_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$
 $a_0 = 500 \text{ m}$
 $K_a = 0,03 \text{ s}^{-1}$

$V_{ref} = V_{ref,0}$ per $a_s < a_0$
 $V_{ref} = V_{ref,0} + K_a \cdot (a_s - a_0)$ per $a_s > a_0$

Pertanto:

$V_{ref} = 28,0 \text{ m/s}$

$q_{ref} = (V_{ref})^2 / 1,6 = 490,0 \text{ N/m}^2$

per categoria di esposizione II:

$k_r = 0,19$
 $z_0 \text{ (m)} = 0,05$
 $z_{min} \text{ (m)} = 4$

Nel caso in studio, i trackers sono dotati di un dispositivo di sicurezza in grado di mettere in "protezione" le vele, ossia disporre i pannelli fotovoltaici in configurazione orizzontale, se i dati di vento raggiungono dei valori di soglia critica.

Nella fattispecie, il dispositivo di sicurezza avvia la procedura di messa in protezione quando il sensore del vento misura una velocità superiore a $v' = 11,6 \text{ m/s}$.

Pertanto, in condizioni operative, la struttura ed il motore possono sopportare la velocità del vento di progetto che si può assumere pari a:

$V'_{ref} = 11,6 \text{ m/s}$

$q'_{ref} = (V'_{ref})^2 / 1,6 = 84,1 \text{ N/m}^2$

per categoria di esposizione II:

$k_r = 0,19$
 $z_0 \text{ (m)} = 0,05$
 $z_{min} \text{ (m)} = 4$

Definite le caratteristiche della zona, possiamo descrivere i necessari coefficienti:

c_e è il coefficiente di esposizione del sito. Esso dipende dall'altezza sul livello del mare del sito dove sorge la struttura, dalla rugosità e dalla topografia del luogo. Dipende inoltre dall'altezza sul terreno della costruzione in esame:

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0)[7 + c_t \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

k_r , z_o , z_{\min} sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

Nel nostro caso, $z = 4$ m e, per la categoria di esposizione tipo II:

$$c_e = 1,8$$

c_t è il coefficiente di topografia, che si può porre pari a **1**.

c_d è il coefficiente dinamico che si considera pari a **1**

c_p è il coefficiente di pressione ed ai fini della sua determinazione si assume l'ipotesi di assimilare le strutture fotovoltaiche a tettoie a singola falda, con assenza di ostruzioni al di sotto di esse (coefficiente di bloccaggio $\Phi = 0$). Tale assunzione è sicuramente valida per le vele fotovoltaiche perimetrali, sottoposte all'azione diretta del vento; potrebbe invece risultare eccessivamente cautelativa per le vele interne, che invece non sono sottoposte all'azione diretta, in quanto le vele perimetrali fungono da ostruzione.

La normativa, al punto C3.3.8.2 della Circolare, introduce, per le strutture tipo tettoia, il coefficiente di forza c_f così definito:

Per valori positivi, $c_f = + 0,2 + \alpha/30$

Per valori negativi, $c_f = - (0,5 + 1,3*\alpha/30)$

I valori di c_f variano in funzione dell'angolo di inclinazione dei moduli, così come le pressioni del vento, per come indicato nella seguente tabella:

angolo α (°)	Cf downforce NTC 2018	Cf uplift NTC 2018	Q downforce NTC 2018 (kg/mq)	Q uplift NTC 2018 (kg/mq)
0	0,20	-0,50	3,03	-7,57
5	0,37	-0,72	5,55	-10,85
10	0,53	-0,93	8,07	-14,13
15	0,70	-1,15	10,60	-17,41
20	0,87	-1,37	13,12	-20,69
25	1,03	-1,58	15,64	-23,97
30	1,20	-1,80	18,17	-27,25
35	1,37	-2,02	20,69	-30,53
40	1,53	-2,23	23,21	-33,81
45	1,70	-2,45	25,73	-37,09
50	1,87	-2,67	28,26	-40,37
55	2,03	-2,88	30,78	-43,65

Le forze trasmesse dal pannello di carico alle strutture portanti sono quindi anch'esse funzione dell'angolo di inclinazione dei moduli e valgono:

angolo α (°)	Cf downforce NTC 2018	Cf uplift NTC 2018	F orizzontale down- force (kg/m)	F orizzontale uplift (kg/m)	F verticale uplift (kg/m)
---------------------	--------------------------	-----------------------	-------------------------------------	--------------------------------	------------------------------

0	0,20	-0,50	0,00	0,00	-18,04
5	0,37	-0,72	1,15	-2,25	-25,77
10	0,53	-0,93	3,34	-5,85	-33,17
15	0,70	-1,15	6,54	-10,74	-40,09
20	0,87	-1,37	10,70	-16,87	-46,35
25	1,03	-1,58	15,76	-24,15	-51,79
30	1,20	-1,80	21,65	-32,48	-56,26
35	1,37	-2,02	28,29	-41,74	-59,62
40	1,53	-2,23	35,57	-51,81	-61,74
45	1,70	-2,45	43,38	-62,52	-62,52
50	1,87	-2,67	51,61	-73,72	-61,86
55	2,03	-2,88	60,11	-85,24	-59,68

Le configurazioni dei carichi da vento più sfavorevoli sono pertanto quelle indicate in grassetto nella tabella sopra riportata.

10.2.2. Carico da neve

Il calcolo del carico da neve è effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche ed integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019.

Il carico da neve è dato dalla seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ essendo:}$$

- q_{sk} il valore di riferimento del carico neve al suolo, di cui al par. 3.4.2, che nella Zona III, per $a_s > 200$ m s.l.m., risulta:

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sk} = 0,51 (1,6574) \text{ kN/m}^2 = 0,84 \text{ kN/mq} \quad \rightarrow \quad \text{si pone pari a } 84,00 \text{ Kg/mq}$$

- μ_i il coefficiente di forma della copertura che, nel caso in esame, a vantaggio di sicurezza, si pone pari a 1.

- C_E il coefficiente di esposizione che, nel caso in esame, si pone pari a 1.

- C_t il coefficiente termico che, nel caso in esame, si pone pari a 1.

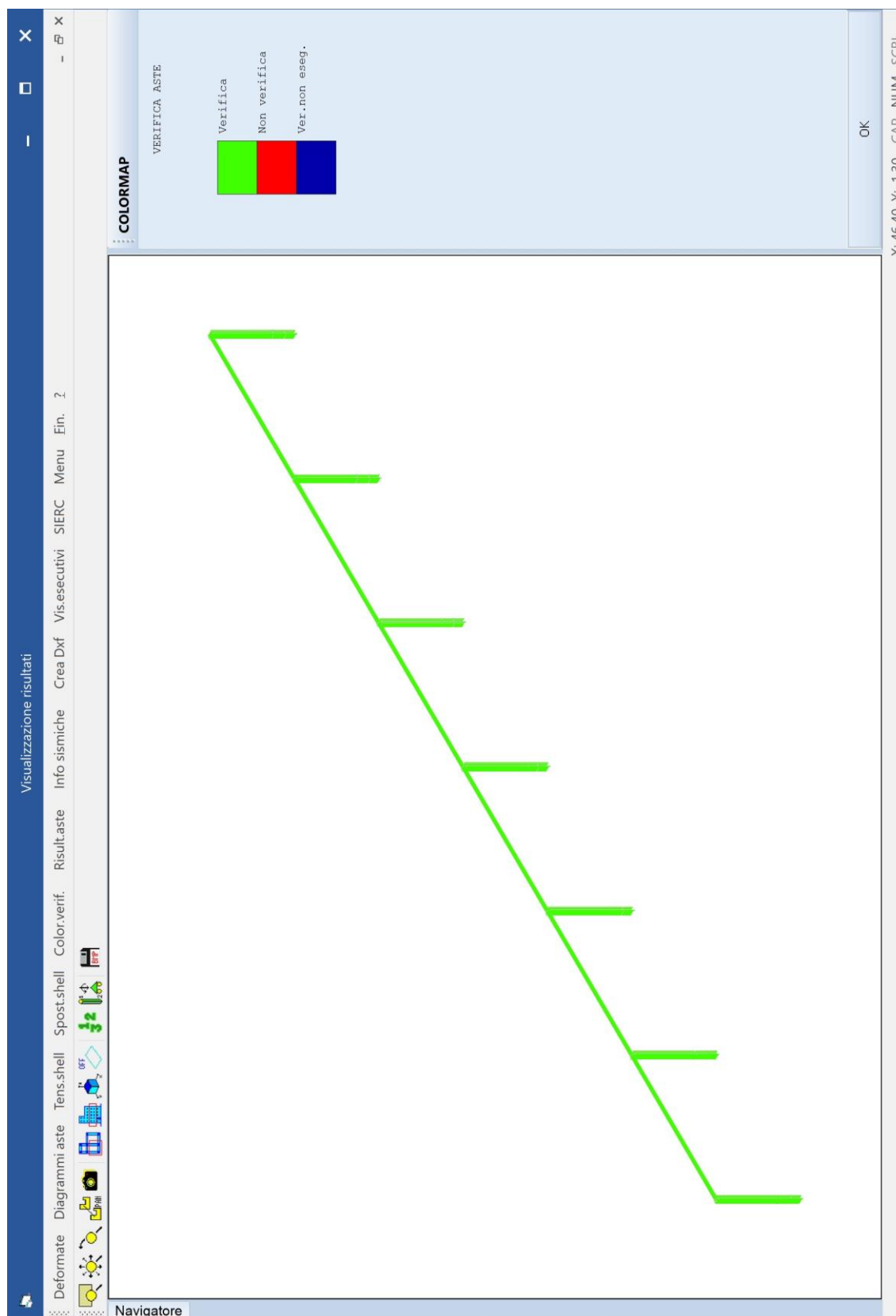
Pertanto,

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = \mathbf{84 \text{ kg/mq}}$$

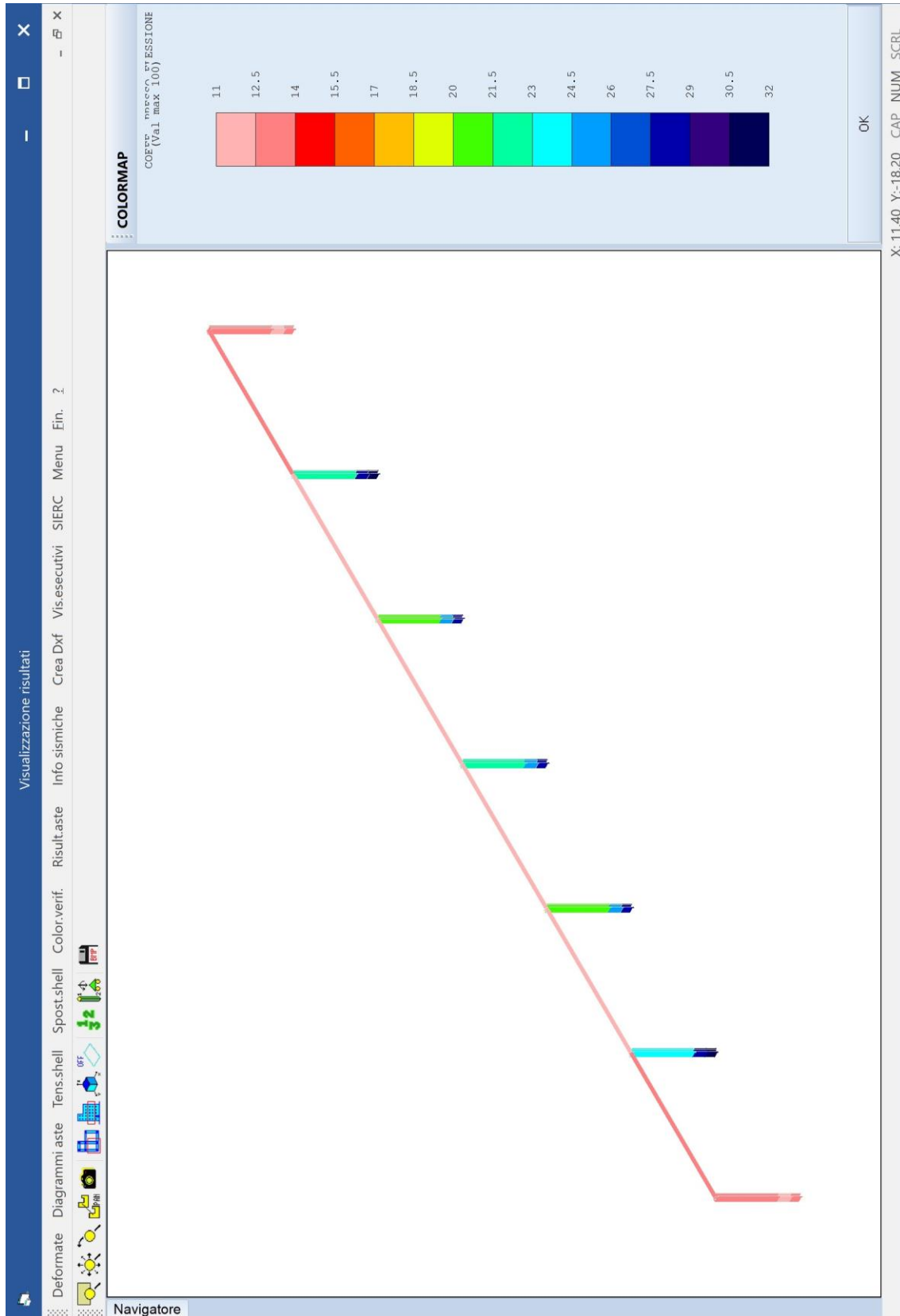
10.3. Verifica struttura in area attivita' colturale (h = 3,04 m)

La struttura è stata verificata con il programma di calcolo CDSwin della STS. Per maggiori dettagli in merito al metodo di calcolo si rimanda agli allegati tabulati di calcolo ove sono riportate le verifiche della struttura.

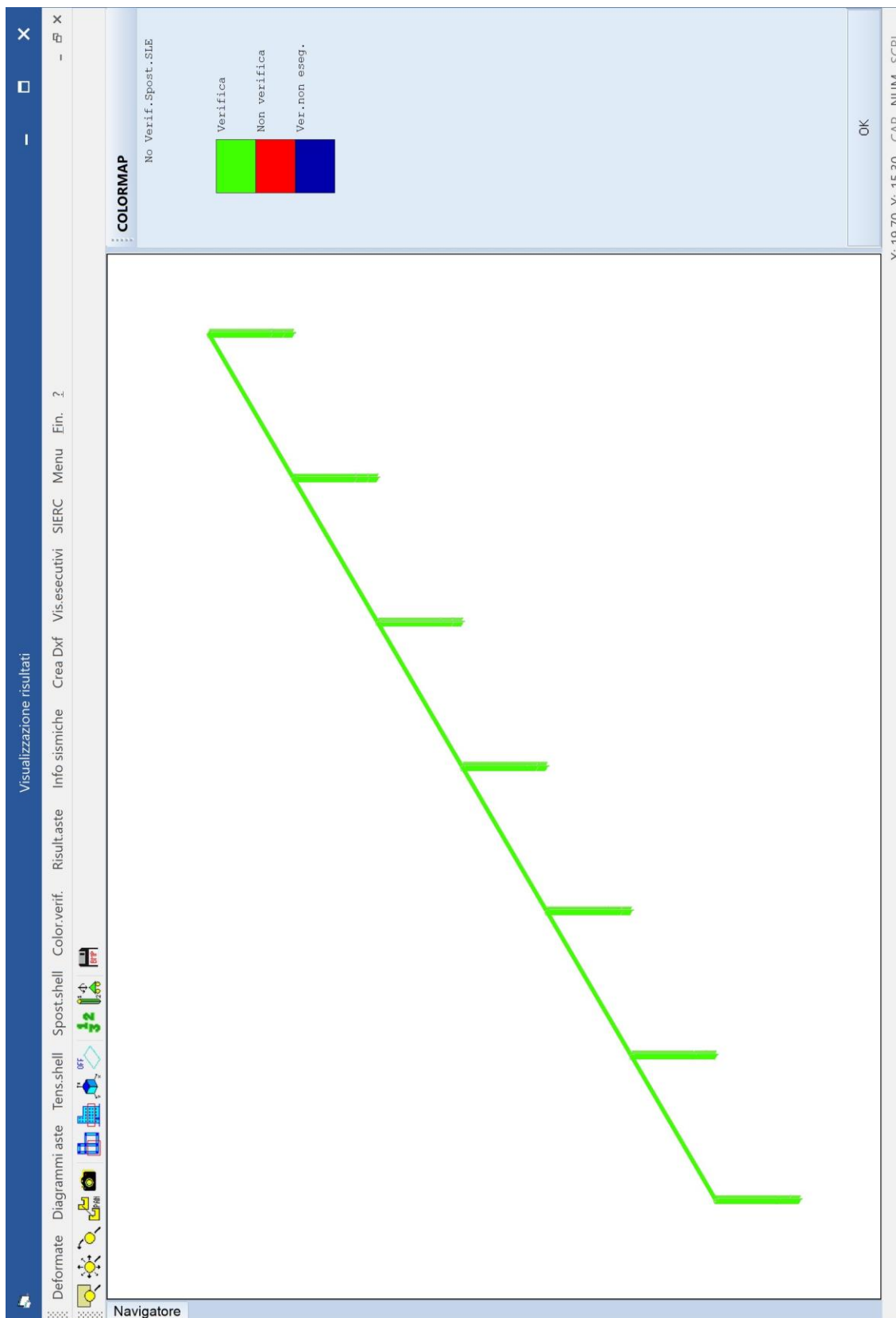
Si riportano di seguito alcuni grafici e diagrammi relativi alle verifiche, alle sollecitazioni ed alle deformazioni della struttura nelle condizioni più sfavorevoli.



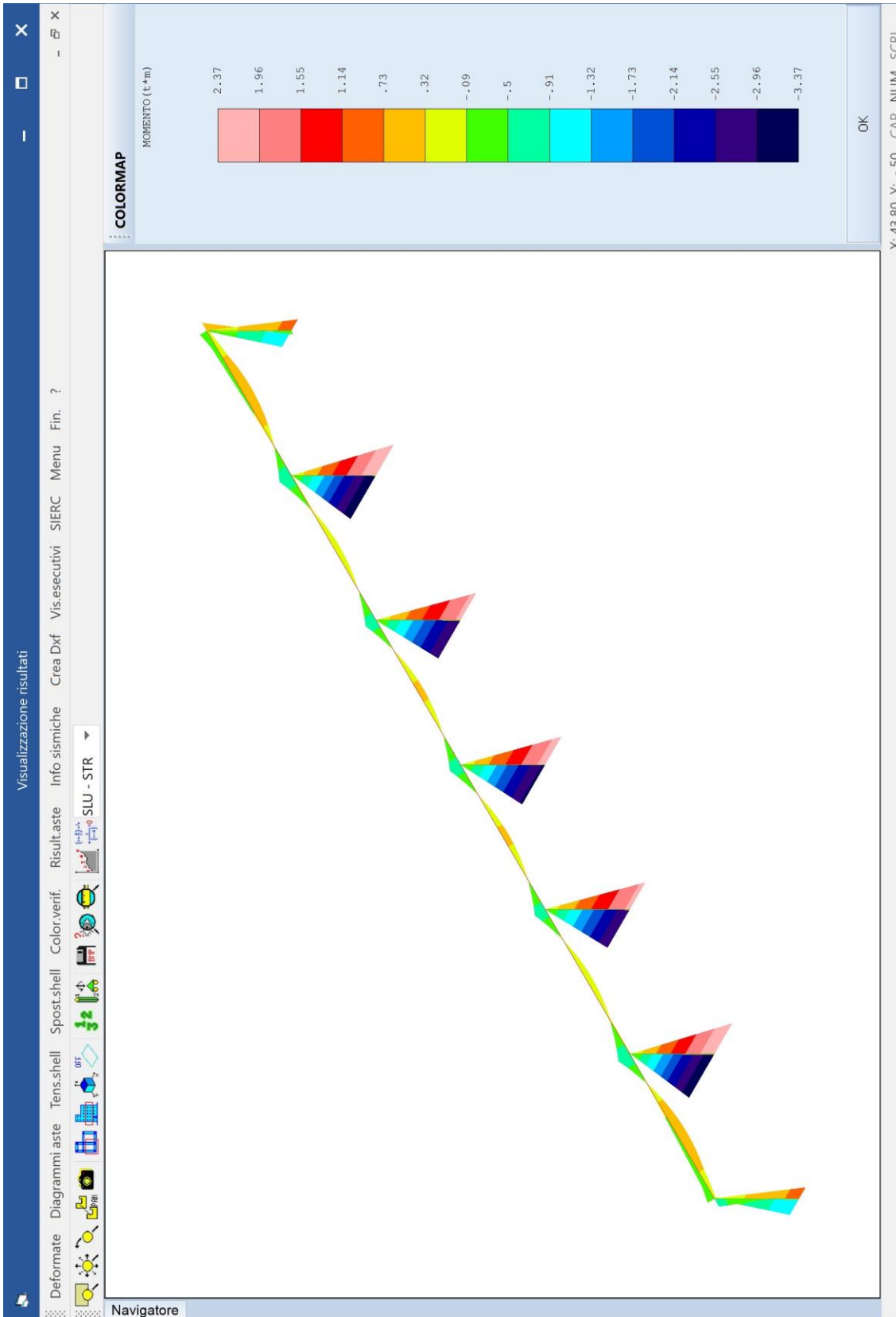
Verifica aste (area attività culturale)



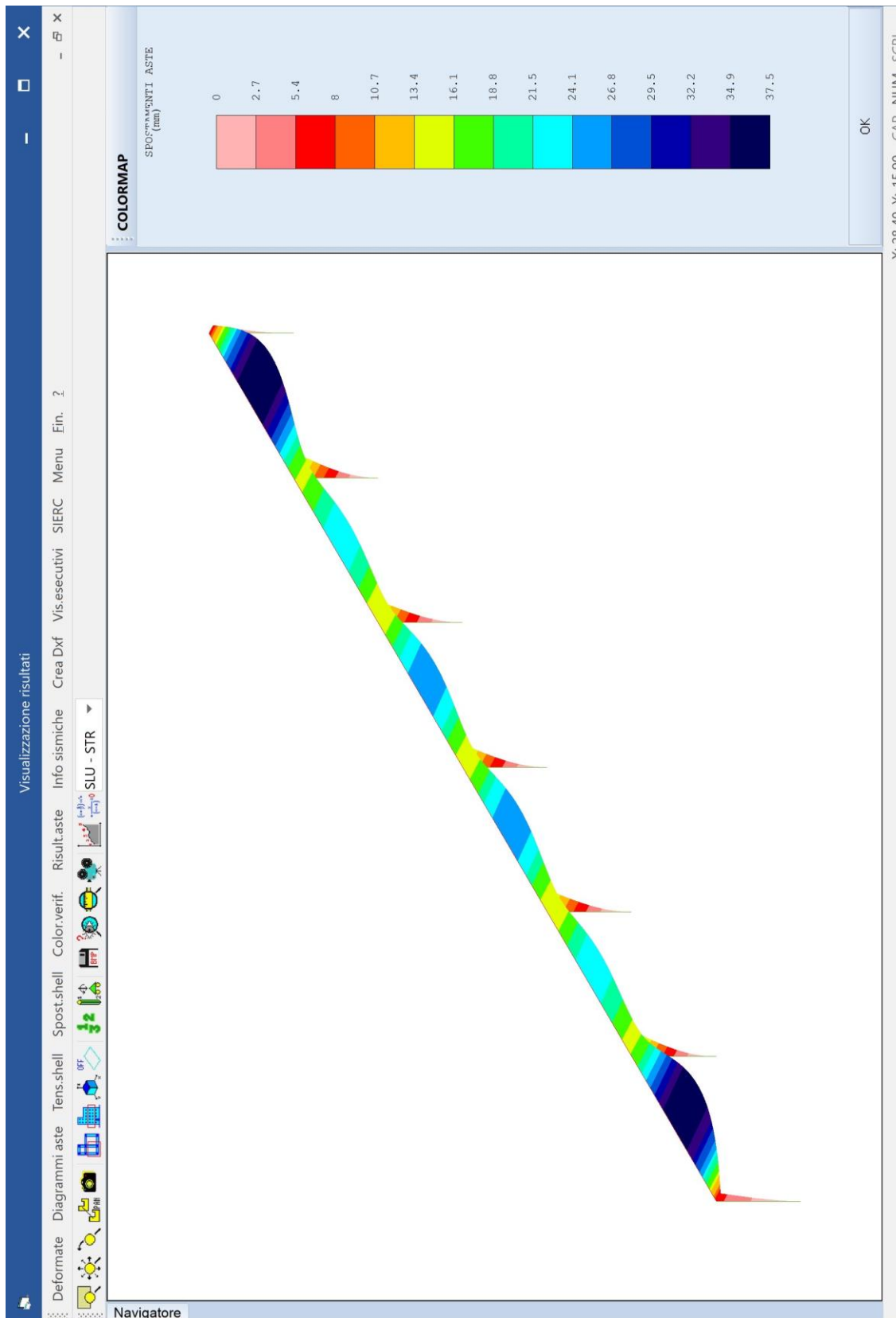
Coeff. Pressoflessione aste (area attività colturale)



Verifica spostamenti aste SLE (area attività colturale)



Momenti - involuppo (area attività colturale)

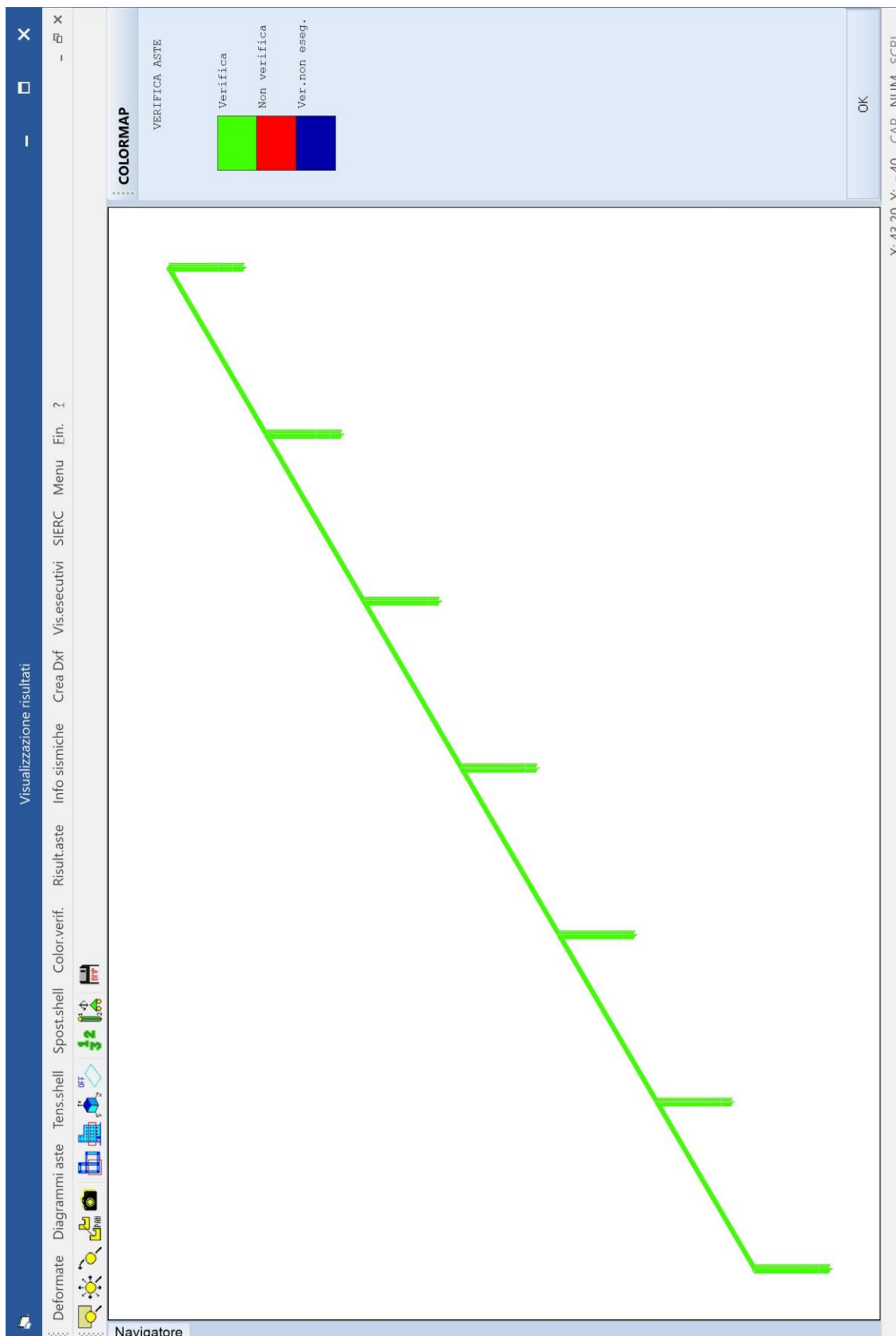


Spostamenti condizione più gravosa - combinazione 9 (area attività colturale)

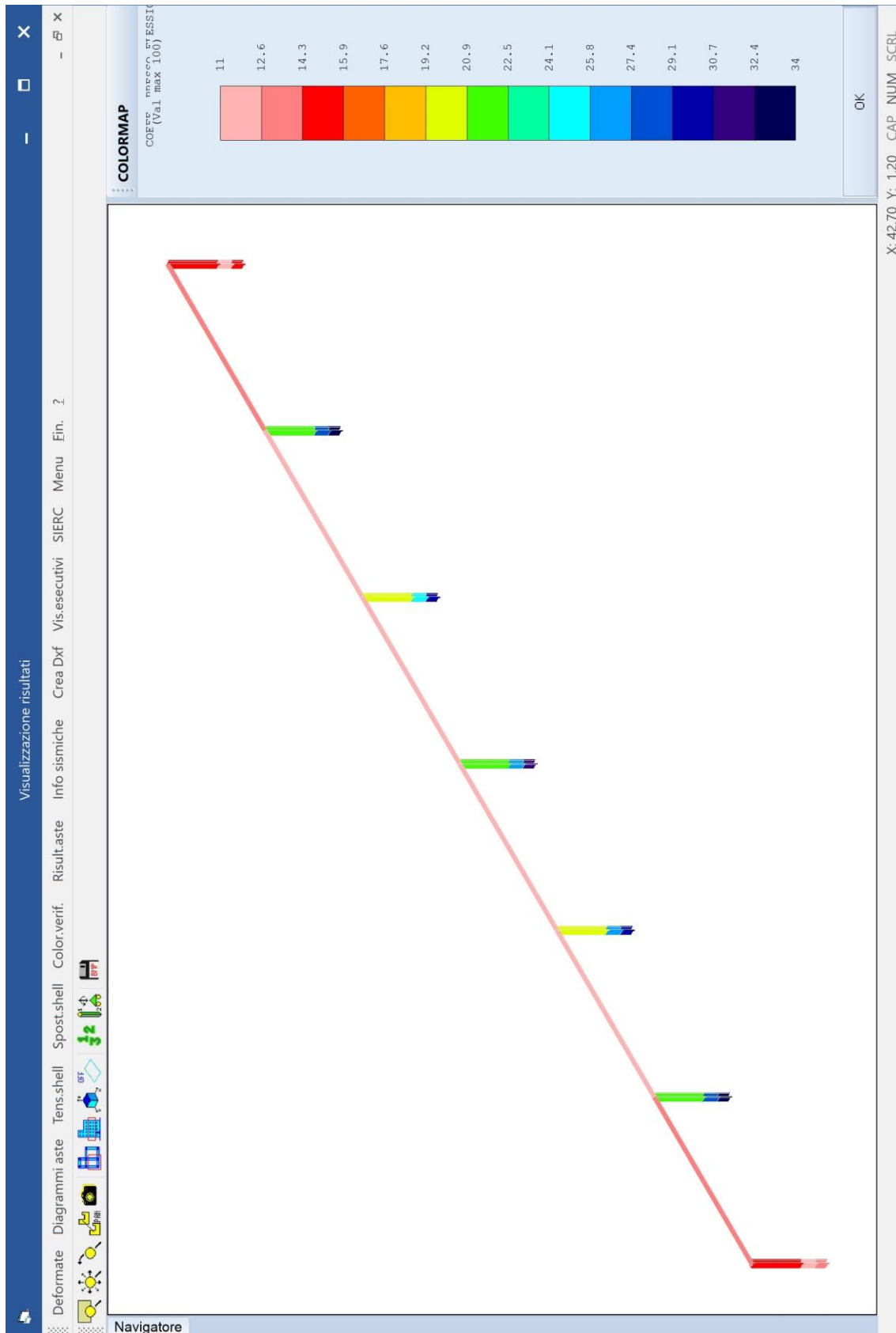
10.4. Verifica della struttura in area pascolo (h = 2,24 m)

La struttura è stata verificata con il programma di calcolo CDSwin della STS. Per maggiori dettagli in merito al metodo di calcolo si rimanda agli allegati tabulati di calcolo ove sono riportate le verifiche della struttura.

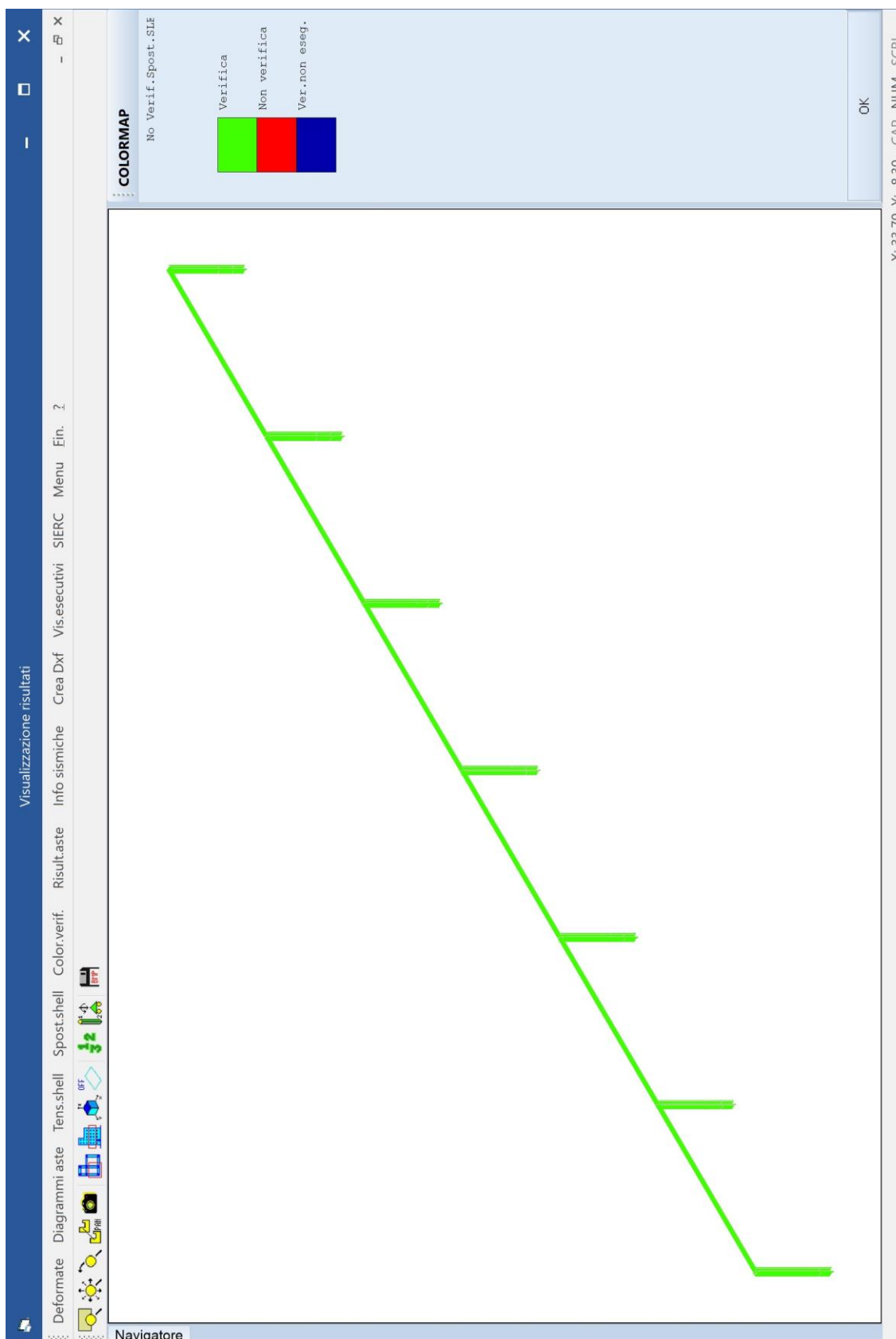
Si riportano di seguito alcuni grafici e diagrammi relativi alle verifiche, alle sollecitazioni ed alle deformazioni della struttura nelle condizioni più sfavorevoli.



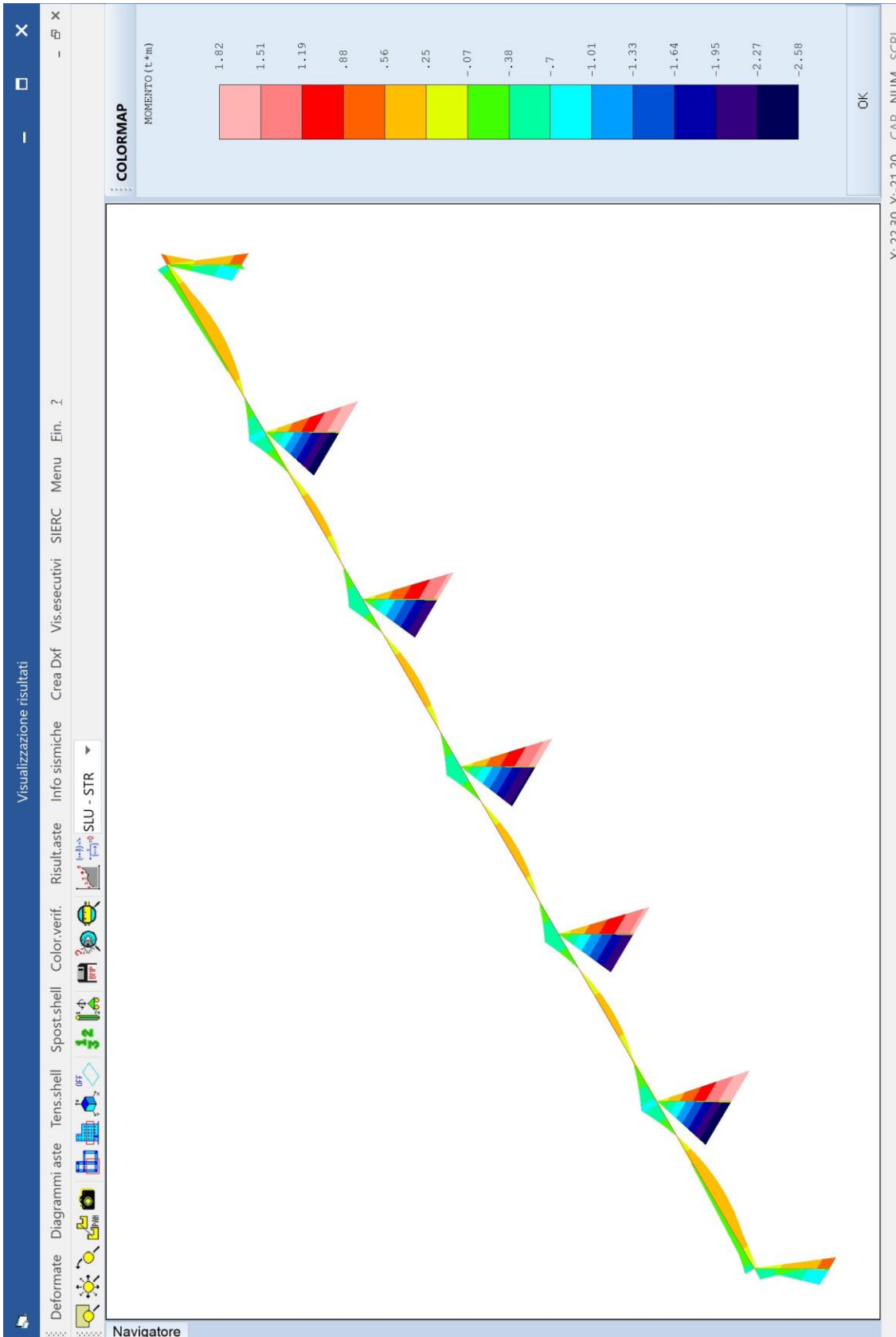
Verifica aste (area attività zootecnica)



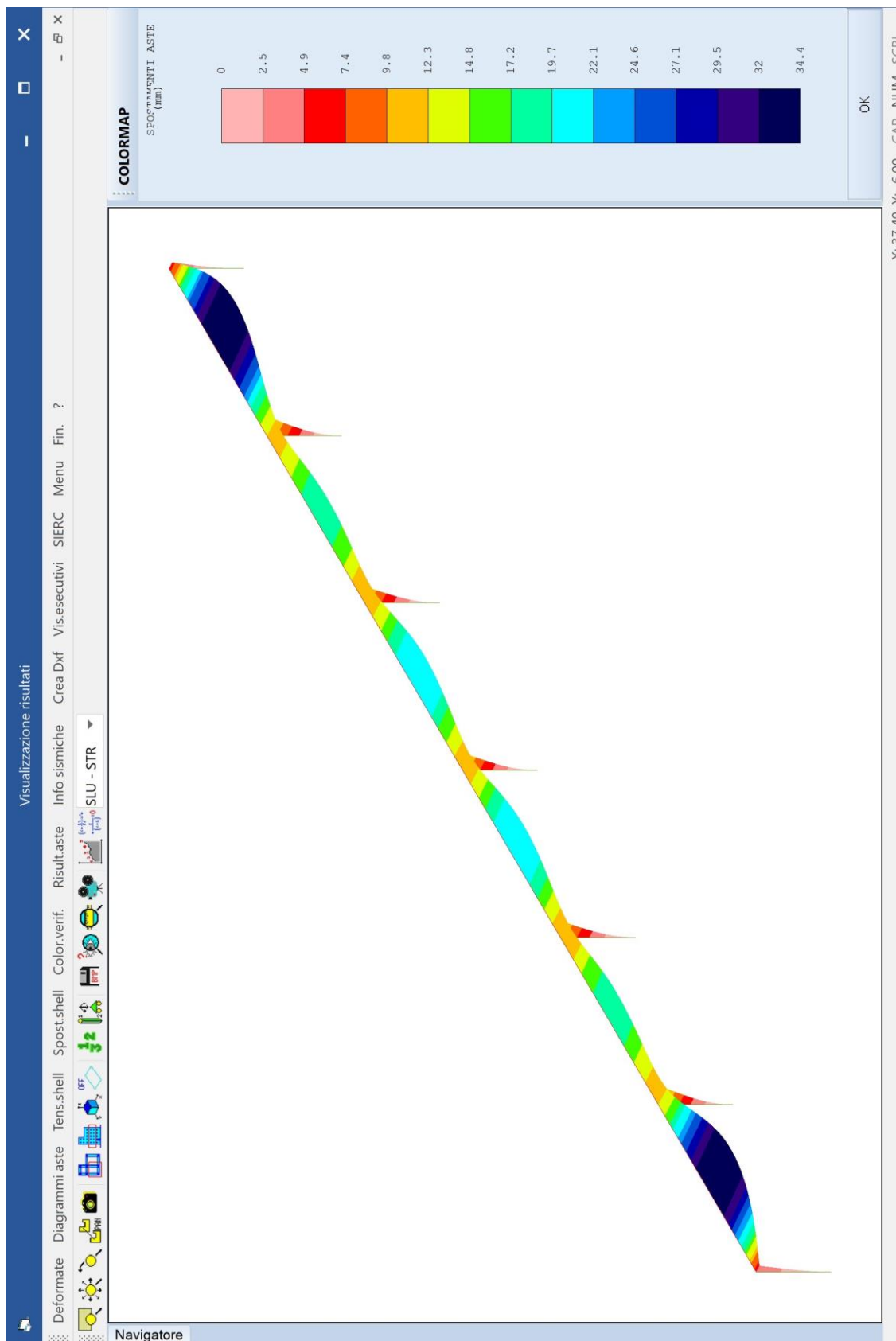
Coeff. Pressoflessione aste (area attività zootecnica)



Verifica spostamenti aste SLE (area attività zootecnica)



Momenti - inviluppo (area attività zootecnica)



Spostamenti condizione più gravosa - combinazione 9 (area attività zootecnica)

1. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURE A TELAIO FISSO

Le analisi e le verifiche, eseguite secondo il D.M. 17/01/2018, sono svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio e sono ottenute involucrando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

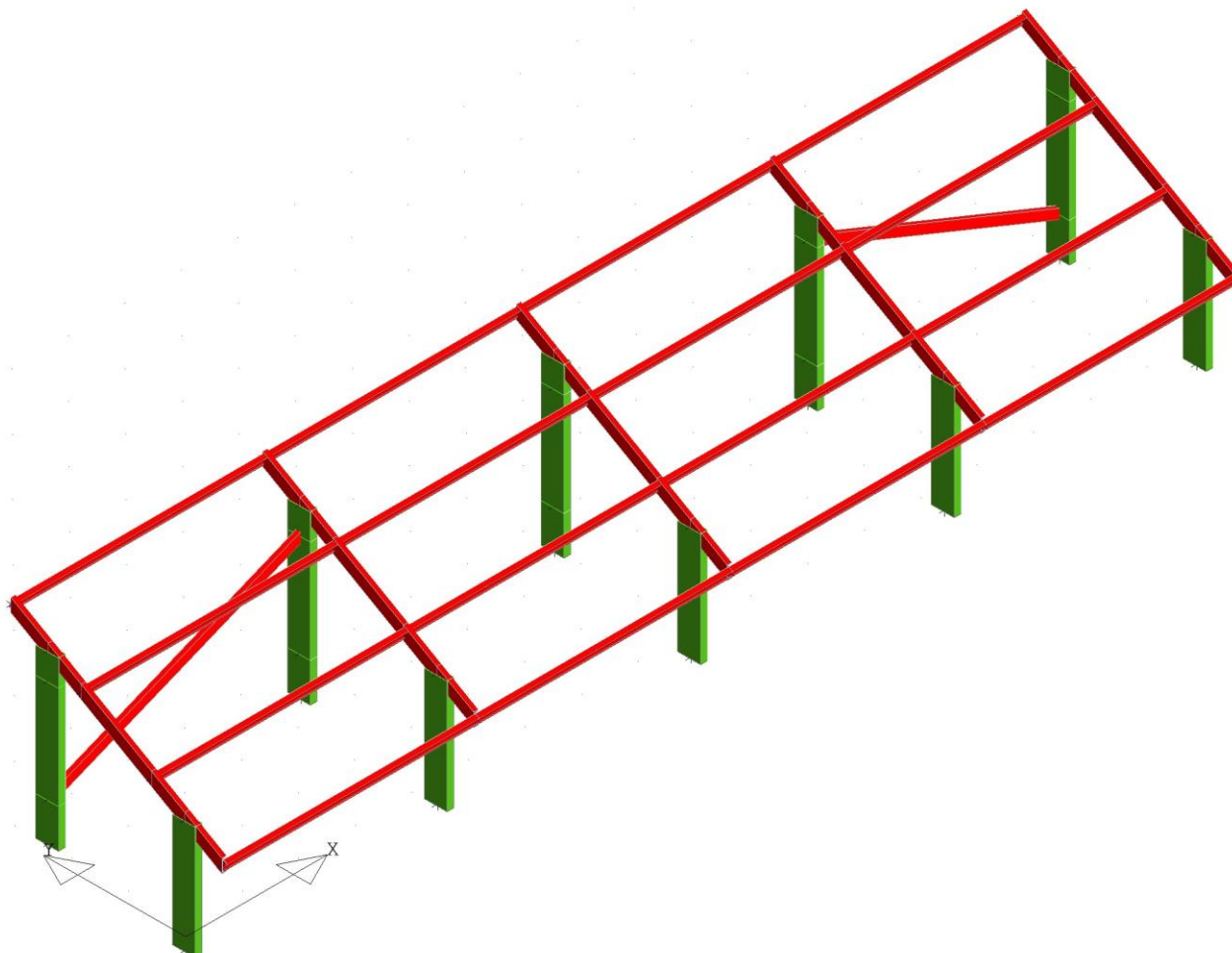
Per ulteriori dettagli, si vedano i tabulati di calcolo allegati alla presente.

1.1. Modello geometrico della struttura

Lo schema strutturale adottato è il seguente: i pilastri vengono considerati incastrati a terra ad una profondità di 40 cm, poiché si ritiene che da questa profondità in poi il palo "lavori", seppure con parametri geotecnici diversi per i due strati di terreno attraversati dal palo, anch'essi diversi, sia in termini di portanza del terreno, sia in termini di resistenza allo sfilamento; si tiene quindi conto di tutti gli strati per le verifiche eseguite.

La composizione geometrica delle strutture è la seguente: per i traversi la sezione è del tipo UPN 200 di dimensioni pari a 200*75*8.5 mm, mentre per i pilastri la sezione è del tipo C 400*120*55*3. Dal punto di vista geotecnico, per come sarà descritto in seguito, è necessaria una lunghezza di infissione di ulteriori 2,90 m, per soddisfare la verifica della portanza del terreno (quella allo sfilamento del palo è soddisfatta poiché il palo non sarà soggetto a trazione); i pilastri avranno pertanto una lunghezza complessiva netta di ml 4,887 (1,587+0,40+2,90) per la prima fila e di ml 5,84 (2,54+0,40+2,90) per la seconda fila.

Riguardo ai carichi applicati alla struttura, sono tenute in conto l'azione del vento ed il carico neve, determinati secondo le norme tecniche vigenti, oltre che il peso proprio ed i carichi permanenti.



Vista assometrica telaio fisso in attività zootecnica

1.2. Carichi agenti

I carichi più gravosi che agiscono sulle strutture fotovoltaiche sono quelli dovuti al vento, il quale, in casi eccezionali, può portare finanche allo sfilamento dei montanti verticali.

In questi tipi di strutture i carichi dovuti al vento risultano di gran lunga più gravosi rispetto a quelli sismici i quali, di tipo inerziale, sono proporzionali alle masse sollecitate che, essendo relative ai soli moduli, rendono l'azione tagliante estremamente modesta.

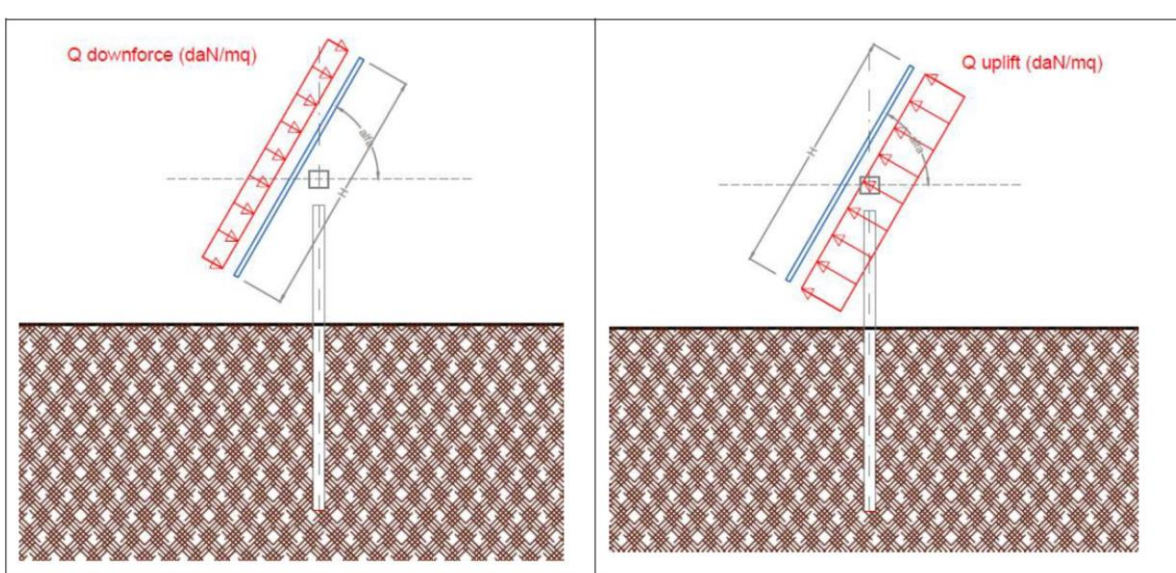
Nella presente vengono comunque considerati anche i carichi sismici, seppure gli stessi sono di entità molto lieve, così come il carico neve, anch'esso molto modesto in riferimento alla zona nella quale saranno realizzare le strutture, per completezza di analisi.

1.2.1. Carico da vento

Si utilizzano gli schemi riportati nel DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) – Cap. 3 "Azioni sulle costruzioni" e relativa Circolare C.S.LL.PP. n. 7. 21/01/2019.

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente, costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici delle vele.

L'azione del vento viene esplicitata sul pannello di carico, con intensità e direzioni variabili nel seguito illustrate; si generano dunque carichi di pressione (Q downforce) e depressione (Q uplift), variabili in funzione dell'angolo di inclinazione alfa, per come indicato nello schema seguente:



Il calcolo delle azioni del vento è effettuato in base al punto 3.3 delle N.T.C. e relative modifiche ed integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019.

L'azione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove:

$$q_{ref} = (V_{ref})^2 / 1,6$$

C_e

C_p

C_d

è la pressione cinetica di riferimento in N/m^2

è il coefficiente di esposizione

è il coefficiente di pressione (ex coefficiente di forma)

è il coefficiente dinamico

La costruzione è ubicata nei Comuni di Valderice (TP) e Buseto Palizzolo (TP);

il sito ha le seguenti caratteristiche:

Altezza sito s.l.m.: 390 m
Altezza costruzione: 4 m
Distanza dalla costa: 8,5 Km

classe di rugosità del terreno: D
zona: 4
categoria di esposizione: II

$V_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$
 $a_0 = 500 \text{ m}$
 $K_a = 0,03 \text{ s}^{-1}$

$V_{ref} = V_{ref,0}$ per $a_s < a_0$
 $V_{ref} = V_{ref,0} + k_a \cdot (a_s - a_0)$ per $a_s > a_0$

Pertanto:

$V_{ref} = 28,0 \text{ m/s}$

$q_{ref} = (V_{ref})^2 / 1,6 = 490,0 \text{ N/m}^2$

per categoria di esposizione II:

$k_r = 0,19$
 $z_0 \text{ (m)} = 0,05$
 $z_{min} \text{ (m)} = 4$

Definite le caratteristiche della zona, possiamo descrivere i necessari coefficienti:

c_e è il coefficiente di esposizione del sito. Esso dipende dall'altezza sul livello del mare del sito dove sorge la struttura, dalla rugosità e dalla topografia del luogo. Dipende inoltre dall'altezza sul terreno della costruzione in esame:

$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$

$c_e(z) = c_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

dove

k_r , z_0 , z_{min} sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

Nel nostro caso, $z = 4 \text{ m}$ e, per la categoria di esposizione tipo II:

$c_e = 1,8$

c_t è il coefficiente di topografia, che si può porre pari a **1**.

c_d è il coefficiente dinamico che si considera pari a **1**

c_p è il coefficiente di pressione ed ai fini della sua determinazione si assume l'ipotesi di assimilare le strutture fotovoltaiche a tettoie a singola falda, con assenza di ostruzioni al di sotto di esse (coefficiente di bloccaggio $\Phi = 0$). Tale assunzione è sicuramente valida per le vele fotovoltaiche perimetrali, sottoposte all'azione diretta del

vento; potrebbe invece risultare eccessivamente cautelativa per le vele interne, che invece non sono sottoposte all'azione diretta, in quanto le vele perimetrali fungono da ostruzione.

La normativa, al punto C3.3.8.2 della Circolare, introduce, per le strutture tipo tettoia, il coefficiente di forza c_f così definito:

Per valori positivi, $c_f = + 0,2 + \alpha/30$

Per valori negativi, $c_f = - (0,5 + 1,3*\alpha/30)$

I valori di c_f variano in funzione dell'angolo di inclinazione dei moduli, così come le pressioni del vento, per come indicato nella seguente tabella:

angolo α (°)	Cf downforce NTC 2018	Cf uplift NTC 2018	Q downforce NTC 2018 (kg/mq)	Q uplift NTC 2018 (kg/mq)
0	0,20	-0,50	17,64	-44,10
5	0,37	-0,72	32,34	-63,21
10	0,53	-0,93	47,04	-82,32
15	0,70	-1,15	61,74	-101,43
20	0,87	-1,37	76,44	-120,54
25	1,03	-1,58	91,14	-139,65
30	1,20	-1,80	105,84	-158,76
35	1,37	-2,02	120,54	-177,87
40	1,53	-2,23	135,24	-196,98
45	1,70	-2,45	149,94	-216,09
50	1,87	-2,67	164,64	-235,20
55	2,03	-2,88	179,34	-254,31

Le forze trasmesse dal pannello di carico alle strutture portanti sono quindi anch'esse funzione dell'angolo di inclinazione dei moduli e valgono, per i longheroni interni:

angolo α (°)	Cf downforce NTC 2018	Cf uplift NTC 2018	F orizzontale down- force (kg/m)	F orizzontale uplift (kg/m)	F verticale uplift (kg/m)
0	0,20	-0,50	0,00	0,00	-62,84
5	0,37	-0,72	4,02	-7,85	-89,73
10	0,53	-0,93	11,64	-20,37	-115,52
15	0,70	-1,15	22,77	-37,41	-139,61
20	0,87	-1,37	37,26	-58,75	-161,41
25	1,03	-1,58	54,89	-84,10	-180,36
30	1,20	-1,80	75,41	-113,12	-195,92
35	1,37	-2,02	98,52	-145,38	-207,63
40	1,53	-2,23	123,88	-180,43	-215,03
45	1,70	-2,45	151,08	-217,74	-217,74
50	1,87	-2,67	179,72	-256,75	-215,44
55	2,03	-2,88	209,34	-296,85	-207,86

Mentre valgono, per i longheroni esterni:

angolo α (°)	Cf downforce NTC 2018	Cf uplift NTC 2018	F orizzontale down- force (kg/m)	F orizzontale uplift (kg/m)	F verticale uplift (kg/m)
---------------------	--------------------------	-----------------------	-------------------------------------	--------------------------------	------------------------------

0	0,20	-0,50	0,00	0,00	-31,42
5	0,37	-0,72	2,01	-3,93	-44,87
10	0,53	-0,93	5,82	-10,18	-57,76
15	0,70	-1,15	11,39	-18,70	-69,81
20	0,87	-1,37	18,63	-29,37	-80,71
25	1,03	-1,58	27,44	-42,05	-90,18
30	1,20	-1,80	37,71	-56,56	-97,96
35	1,37	-2,02	49,26	-72,69	-103,81
40	1,53	-2,23	61,94	-90,21	-107,51
45	1,70	-2,45	75,54	-108,87	-108,87
50	1,87	-2,67	89,86	-128,37	-107,72
55	2,03	-2,88	104,67	-148,43	-103,93

Le configurazioni dei carichi da vento relative alla struttura oggetto del nostro studio sono pertanto quelle indicate in grassetto nella tabella sopra riportata.

1.2.2. Carico da neve

Il calcolo del carico da neve è effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche ed integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019.

Il carico da neve è dato dalla seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ essendo:}$$

- q_{sk} il valore di riferimento del carico neve al suolo, di cui al par. 3.4.2, che nella Zona III, per $a_s > 200$ m s.l.m., risulta:

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sk} = 0,51 (1,6574) \text{ KN/m}^2 = 0,84 \text{ kN/mq} \quad \rightarrow \quad \text{si pone pari a } 84,00 \text{ Kg/mq}$$

- μ_i il coefficiente di forma della copertura che, nel caso in esame, a vantaggio di sicurezza, si pone pari a 1.

- C_E il coefficiente di esposizione che, nel caso in esame, si pone pari a 1.

- C_t il coefficiente termico che, nel caso in esame, si pone pari a 1.

Pertanto,

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = \mathbf{84 \text{ kg/mq}}$$

Il carico neve vale quindi, per i longheroni interni:

$$84 \times 1,425 = \mathbf{120 \text{ kg/ml}}$$

Mentre vale, per i longheroni esterni:

$$84 \times 1,425/2 = \mathbf{60 \text{ kg/ml}}$$

1.2.3. Pannelli fotovoltaici

Il peso dei pannelli incide per circa **21 kg/mq**

Esso vale quindi, per i longheroni interni:

$$21 \times 1,425 = \mathbf{30 \text{ kg/ml}}$$

Mentre vale, per i longheroni esterni:

$$21 \times 1,425/2 = \mathbf{15 \text{ kg/ml}}$$

1.3. Verifica portanza terreno (Area attività zootecnica)

Il complesso strutturale "palo-terreno" può essere inteso come un sistema in cui un palo di fondazione infisso nel terreno è sottoposto a sforzi verticali e orizzontali (risultanti degli sforzi normali e degli sforzi taglio).

Il calcolo della portanza di un palo infisso viene effettuato sommando i contributi della portanza della punta del palo con quello dovuto alla resistenza laterale del fusto.

La portanza laterale, adottando la relazione di Burland (1973), può essere espressa come segue:

$$Q_{lat} = A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta;$$

con

A_{lat} = area laterale del palo;

P_{ef} = pressione efficace del terreno data da:

$$P_{ef} = L_{palo} \gamma \text{ se } L_{palo} < 15 \times D_{palo};$$

$$P_{ef} = 15D_{palo} \gamma \text{ se } L_{palo} > 15 \times D_{palo};$$

$15 \times D_{palo}$ = profondità critica per il calcolo della pressione efficace;

L_{palo} = lunghezza del palo;

D_{palo} = diametro o lato medio del palo;

γ = peso di volume del terreno;

$$K = 1 - \operatorname{sen} \varphi';$$

φ' = angolo d'attrito terreno dopo l'infissione, spesso posto uguale a $(3/4)\varphi + 10$;

φ = angolo d'attrito del terreno prima dell'infissione.

δ = angolo d'attrito terra-palo, posto generalmente uguale a 20° per pali in acciaio e a $(2/3)\varphi'$ per pali in calcestruzzo;

f_w = fattore correttivo legato alla tronco-conicità percentuale del palo (per palo con sezione non variabile con la profondità, $f_w = 1$).

Ai fini della verifica si considerano i due tratti del palo infisso nel terreno: il primo per la profondità di 0,70 m in corrispondenza del suolo agrario ($\gamma = 1750 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,6^\circ$; $C_u = 0,13$) e il secondo per la profondità di 2,20 m in corrispondenza dei limi argillosi plastici ($\gamma = 1850 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,9^\circ$; $C_u = 0,38$).

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} Q_{lat1} &= A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta = \\ &= (150 \times 70) \times (70 \times 0,00175) \times (1 - 0,39394191) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 10500 \times 0,1225 \times 0,60605809 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{284 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{lat2} &= A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta = \\ &= (150 \times 220) \times (220 \times 0,00185) \times (1 - 0,39754829) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 33000 \times 0,407 \times 0,60245171 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{2945 \text{ kg}} \end{aligned}$$

La portanza della punta viene invece valutata utilizzando la relazione:

$$Q_{base} = (A_{base} P_{ef} N_q) - W_{palo};$$

con

A_{base} = area della base del palo;

N_q = fattore adimensionale di portata che, secondo il metodo di Berezantev, vale:

$$N_q = 10^m \text{ dove}$$

$$m = -0,764 + 0,076 \varphi' (^\circ);$$

W_{palo} = peso del palo, nella fattispecie pari a $ml \ 2,90 \times 17,6 \text{ kg/ml} = \mathbf{51 \text{ kg}}$

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} Q_{base} &= (A_{base} \times P_{ef} \times N_q) - W_{palo} = \\ &= [22,44 \times (290 \times 0,00185) \times (10^{1,592}) - 51 = \end{aligned}$$

$$= (22,44 \times 0,5365 \times 39,084) - 51 = \mathbf{420 \text{ kg}}$$

La portanza totale vale quindi:

$$\mathbf{Q_{amm}} = Q_{lat_1} + Q_{lat_2} + Q_{base} = 284 + 2945 + 420 = \mathbf{3649 \text{ kg}}$$

Dai tabulati di calcolo si evince che la massima sollecitazione a compressione (rif. reazioni vincolari – combinazione 7) vale:

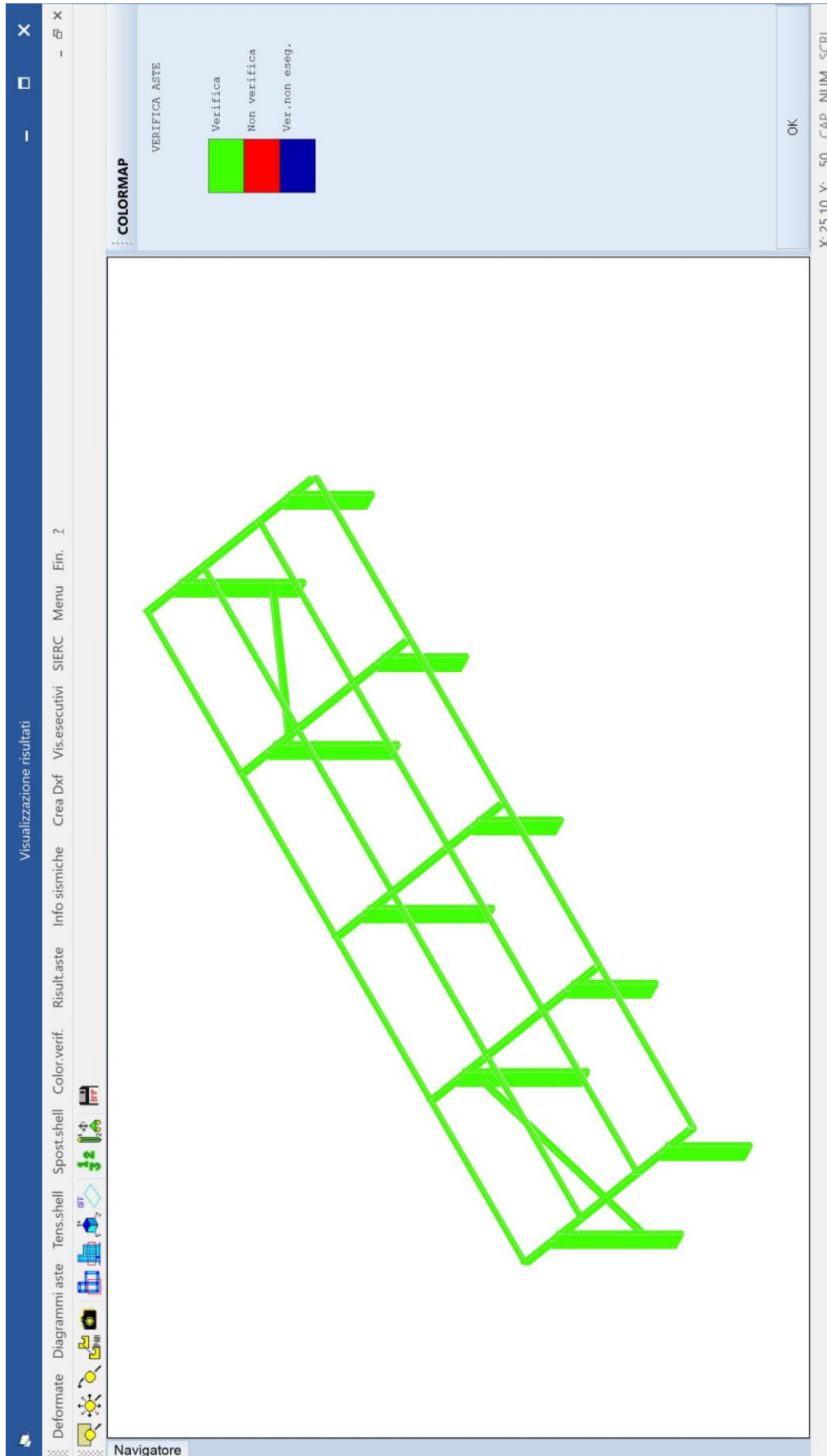
$$\mathbf{N_{max}} = \mathbf{3586 \text{ kg}} < \mathbf{Q_{amm}} = \mathbf{3469 \text{ kg}}$$

La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.

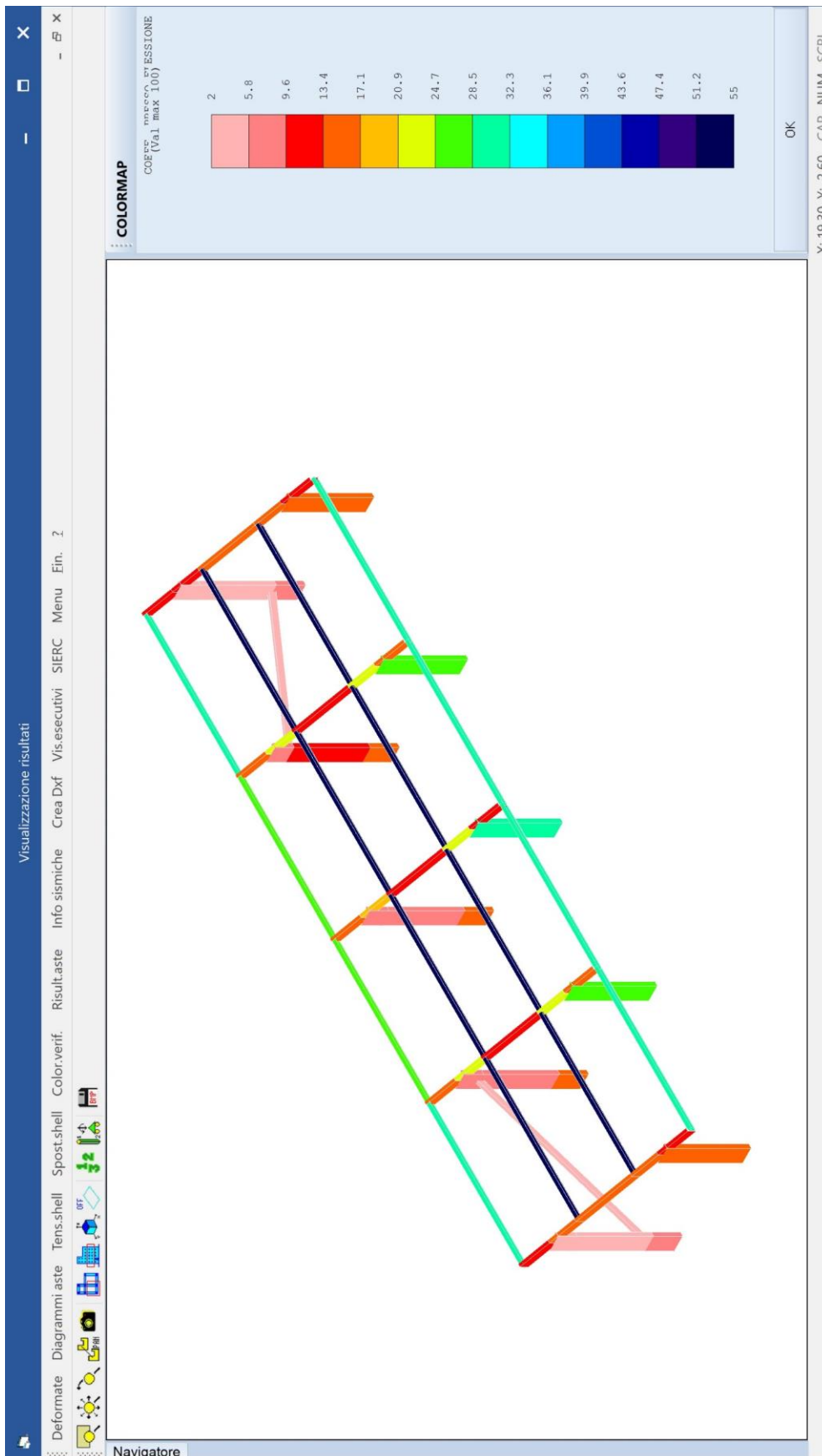
1.4. Verifica sfilamento pali (Area attivita' zootecnica)

Dai tabulati di calcolo si evince che i pali infissi non sono soggetti a trazione (rif. reazioni vincolari).

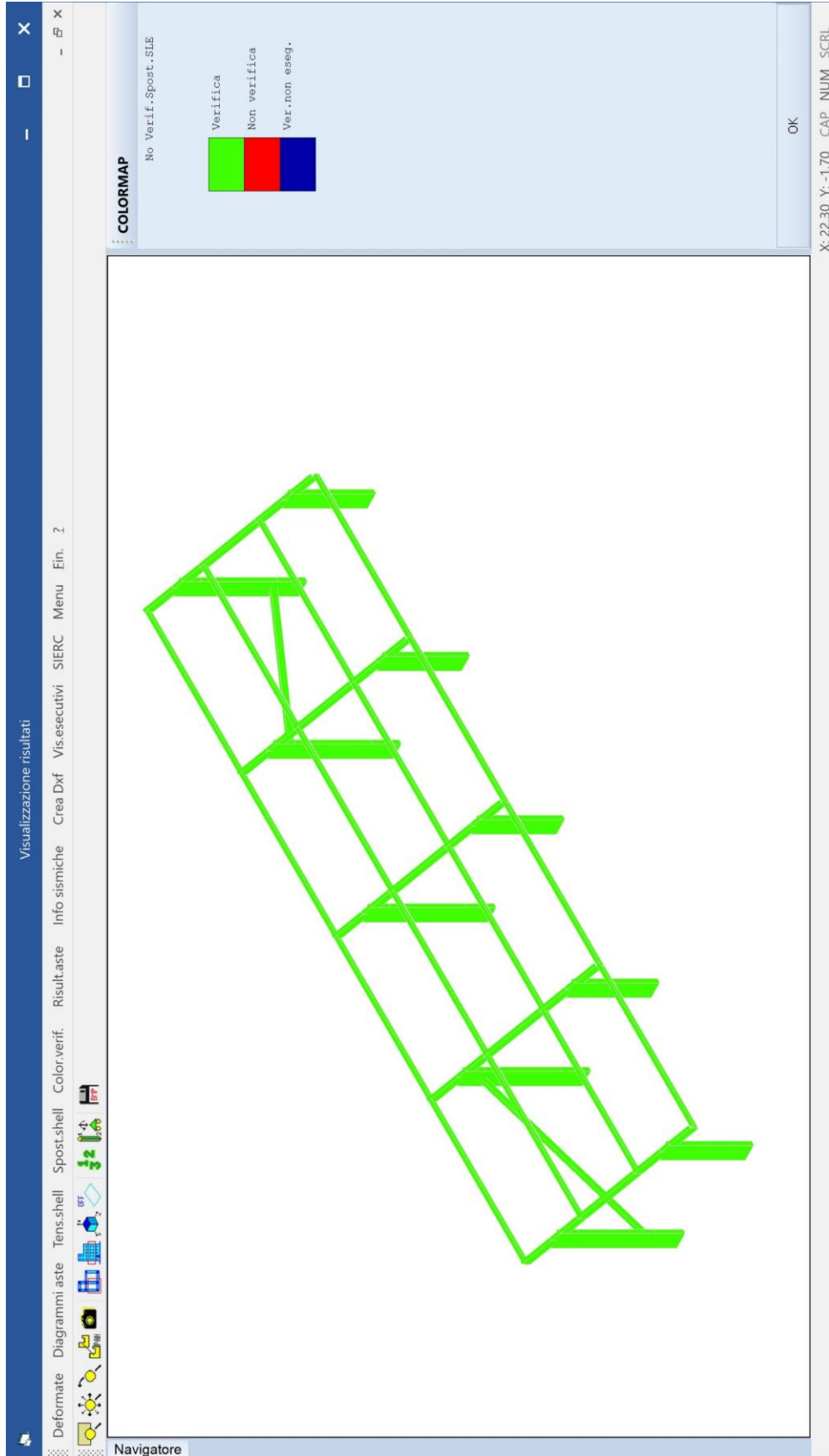
La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.



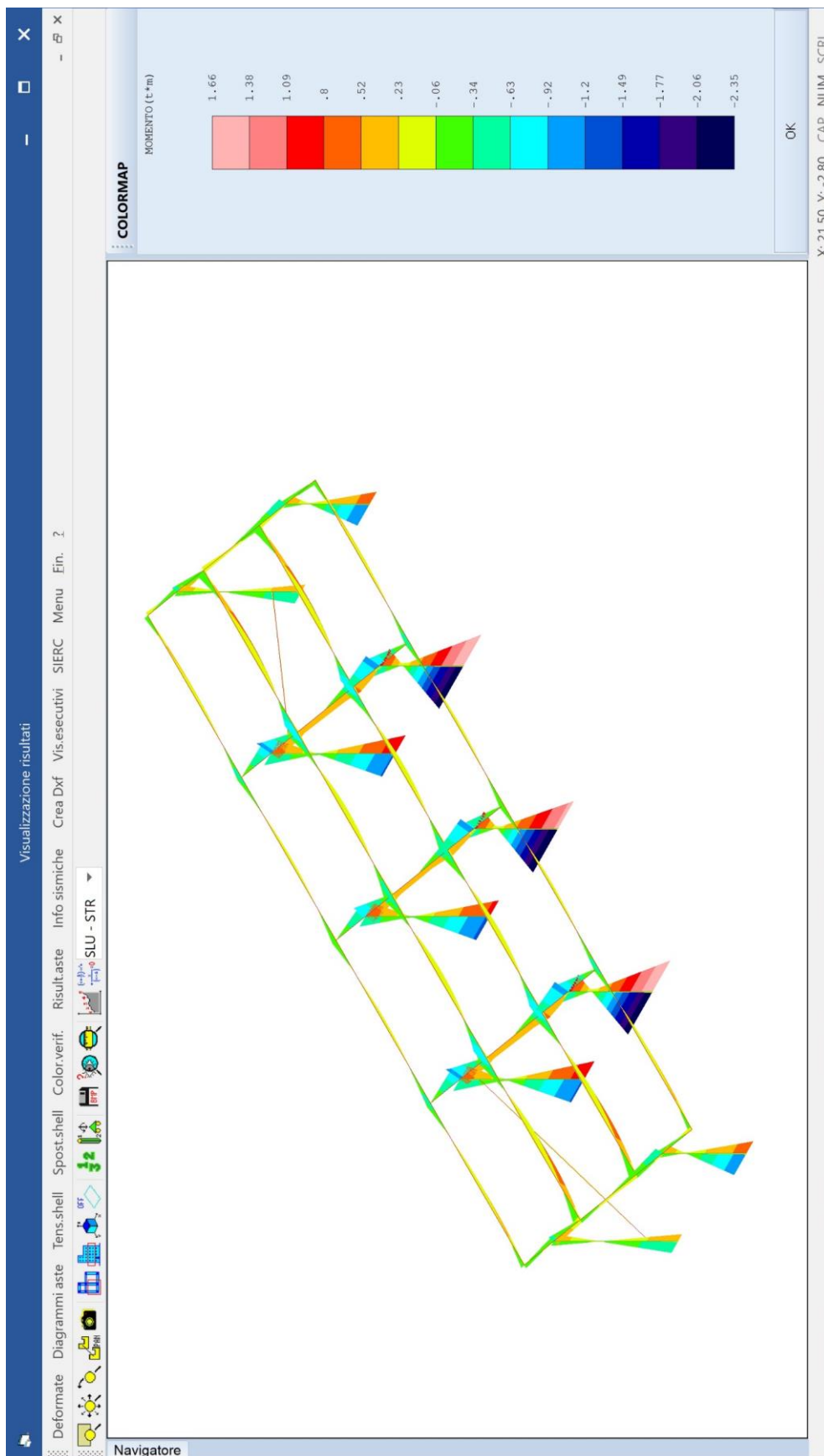
Verifica aste (area attività zootecnica)



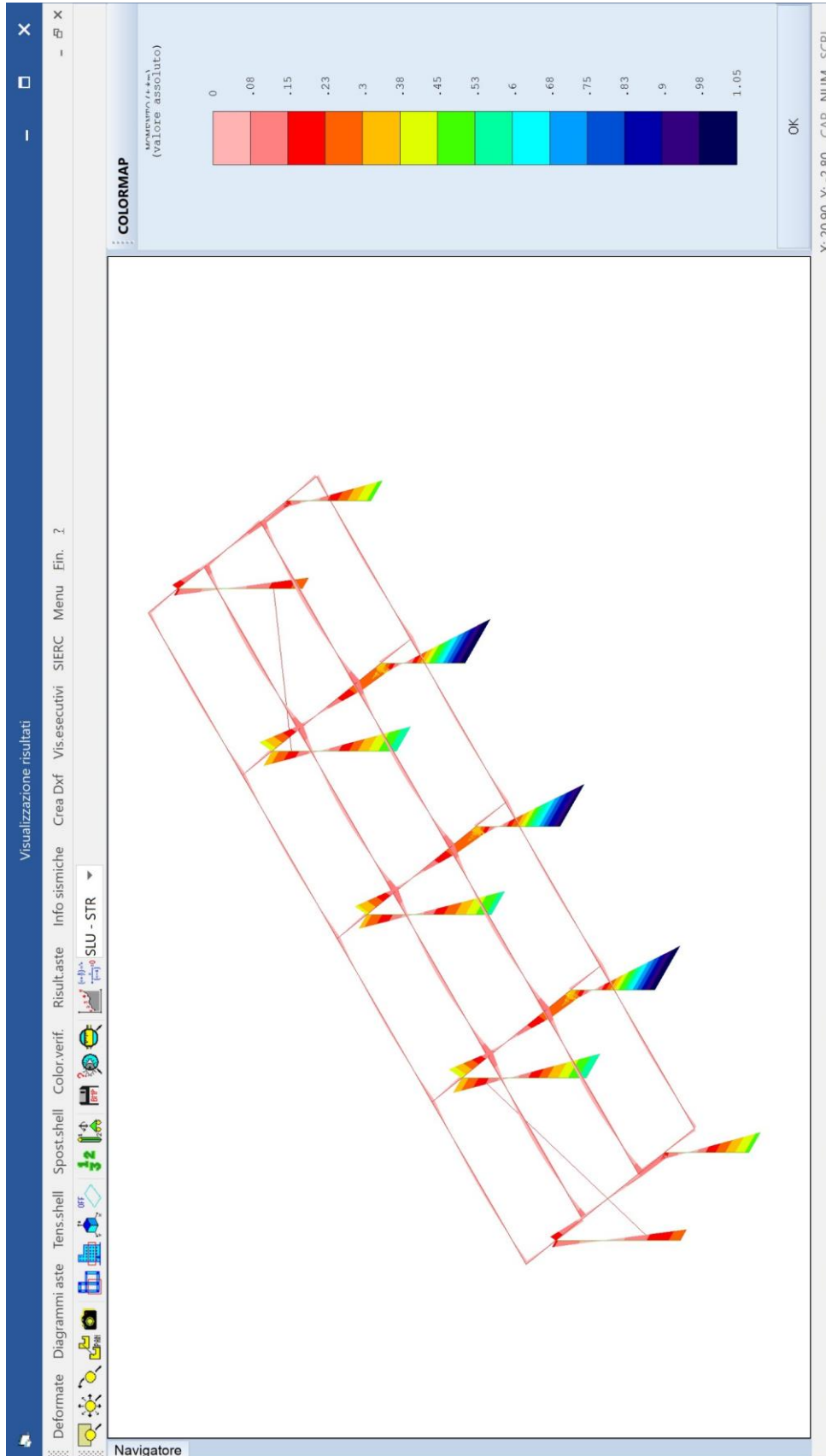
Coeff. Pressoflessione aste (area attività zootecnica)



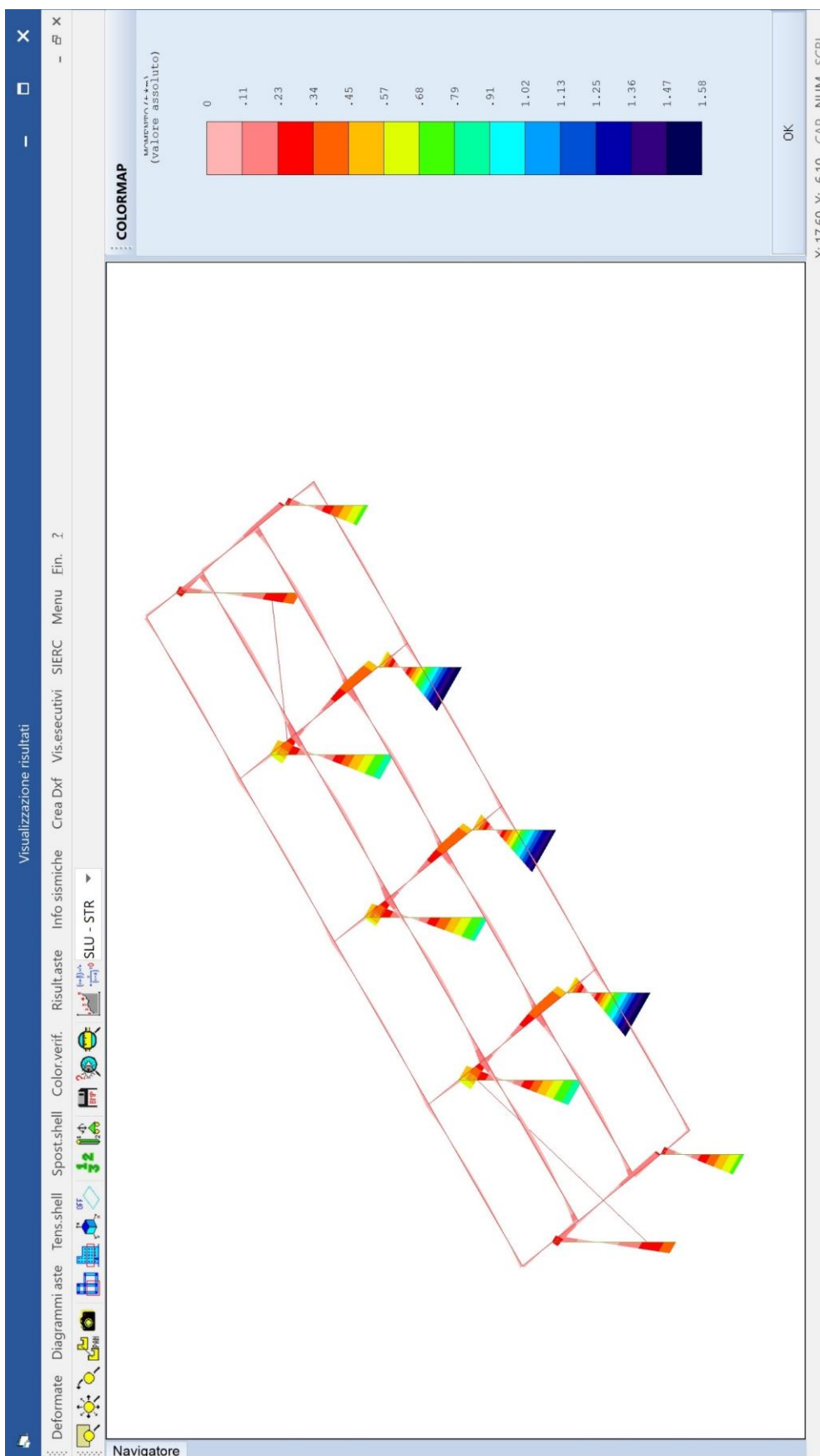
Verifica spostamenti aste SLE (area attività zootecnica)



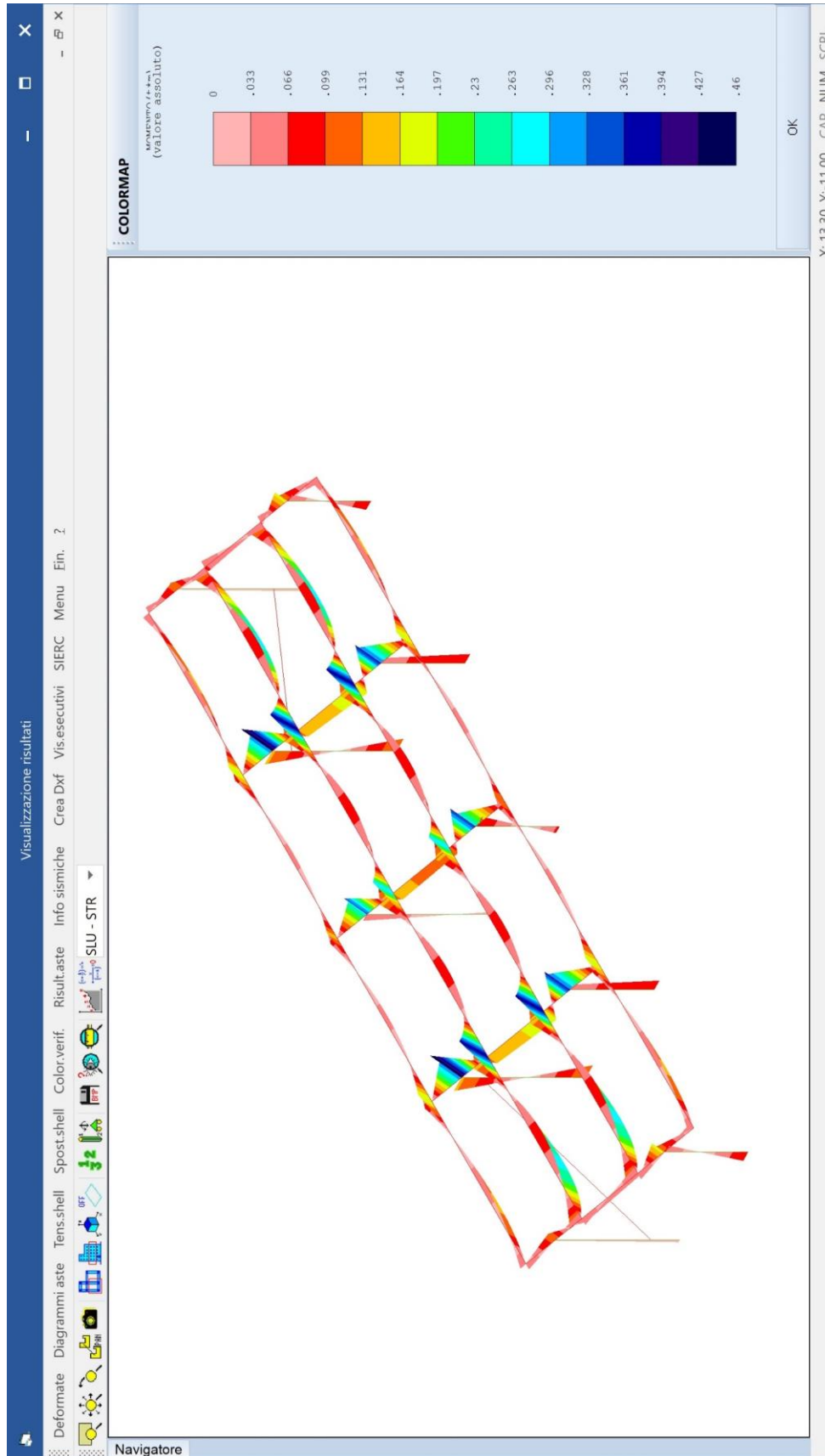
Momenti - involuppo (area attività zootecnica)



Momenti – vento orizzontale dowforce (area attività zootecnica)



Momenti – vento orizzontale uplift (area attività zootecnica)



Momenti – vento verticale uplift (area attività zootecnica)

2. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

2.1. Relazione geologica

Fa parte integrante del presente progetto, la "Relazione geologica" a firma del **Dott. Geol. Salvatore Lo Verme**, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2321.

2.2. Categoria del sottosuolo DM 17/01/2018

Allo scopo della determinazione delle azioni sismiche come previsto dal DM 17/01/2018 sono state eseguite delle indagini sismiche MASW di cui all'allegata relazione geologica da cui si riportano i principali parametri adottati per il caso in esame.

Categoria sottosuolo	C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
Condizioni topografiche	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

2.3. Relazione geotecnica

La presente relazione geotecnica si basa sulle considerazioni riportate nella Relazione Geologica sopra descritta, alla quale si rimanda per l'entità delle caratteristiche del terreno di fondazione del quale si riporta uno stralcio relativo ai parametri geotecnici utilizzati nel seguito della presente relazione geotecnica per la effettuazione delle varie verifiche. Si è presa in considerazione la condizione più sfavorevole, relativa al "Campo Ovest":

Profondità (dal p.c.) m	Descrizione	Peso di volume γ (t/m ³)	Coesione non drenata Cu (kg/cm ²)	Coesione drenata c (kg/cm ²)	Angolo di attrito ϕ (gradi)
0 ÷ 1,10	Suolo agrario	1,75	0,13	0,04	17,6°
1,10 ÷ 2,40	Limi argillosi plastici	1,85	0,38	0,13	17,9°
2,40 ÷ 4,70	Limi argillosi duri	1,93	0,81	0,27	18,5°
> 4,70	Argille molto dure	2,09	1,63	0,34	19,3°

2.4. Verifica portanza terreno (area attività colturale)

Il complesso strutturale "palo-terreno" può essere inteso come un sistema in cui un palo di fondazione infisso nel terreno è sottoposto a sforzi verticali e orizzontali (risultanti degli sforzi normali e degli sforzi taglio). Il calcolo della portanza di un palo infisso viene effettuato sommando i contributi della portanza della punta del palo con quello dovuto alla resistenza laterale del fusto.

La portanza laterale, adottando la relazione di Burland (1973), può essere espressa come segue:

$$Q_{lat} = A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta;$$

con

A_{lat} = area laterale del palo;

P_{ef} = pressione efficace del terreno data da:

$$P_{ef} = L_{palo} \gamma \text{ se } L_{palo} < 15 \times D_{palo};$$

$$P_{ef} = 15D_{palo} \gamma \text{ se } L_{palo} > 15 \times D_{palo};$$

$15 \times D_{palo}$ = profondità critica per il calcolo della pressione efficace;

L_{palo} = lunghezza del palo;

D_{palo} = diametro o lato medio del palo;

γ = peso di volume del terreno;

$$K = 1 - \operatorname{sen} \varphi';$$

φ' = angolo d'attrito terreno dopo l'infissione, spesso posto uguale a $(3/4)\varphi + 10$;

φ = angolo d'attrito del terreno prima dell'infissione.

δ = angolo d'attrito terra-palo, posto generalmente uguale a 20° per pali in acciaio e a $(2/3)\varphi'$ per pali in calcestruzzo;

f_w = fattore correttivo legato alla tronco-conicità percentuale del palo (per palo con sezione non variabile con la profondità, $f_w = 1$).

Ai fini della verifica si considerano i due tratti del palo infisso nel terreno: il primo per la profondità di 0,70 m in corrispondenza del suolo agrario ($\gamma = 1750 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,6^\circ$; $C_u = 0,13$) e il secondo per la profondità di 1,00 m in corrispondenza dei limi argillosi plastici ($\gamma = 1850 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,9^\circ$; $C_u = 0,38$).

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} Q_{lat_1} &= A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta = \\ &= (153 \times 70) \times (70 \times 0,00175) \times (1 - 0,39394191) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 10710 \times 0,1225 \times 0,60605809 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{289 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{lat_2} &= A_{lat} \times P_{ef} \times K \times f_w \times \operatorname{tg} \delta = \\ &= (153 \times 100) \times (100 \times 0,00185) \times (1 - 0,39754829) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 15300 \times 0,185 \times 0,60245171 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{620 \text{ kg}} \end{aligned}$$

La portanza della punta viene invece valutata utilizzando la relazione:

$$Q_{base} = (A_{base} P_{ef} N_q) - W_{palo};$$

con

A_{base} = area della base del palo;

N_q = fattore adimensionale di portata che, secondo il metodo di Berezantev, vale:

$$N_q = 10^m \text{ dove}$$

$$m = -0,764 + 0,076 \varphi' (\text{°});$$

W_{palo} = peso del palo, nella fattispecie pari a $ml \ 1,70 \times 32,2 \text{ kg/ml} = \mathbf{55 \text{ kg}}$

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} Q_{base} &= (A_{base} \times P_{ef} \times N_q) - W_{palo} = \\ &= [41,88 \times (170 \times 0,00185) \times (10^{1,592})] - 55 = \end{aligned}$$

$$= (41,88 \times 0,3145 \times 39,084) - 55 = \mathbf{460 \text{ kg}}$$

La portanza totale vale quindi:

$$\mathbf{Q_{amm}} = Q_{lat_1} + Q_{lat_2} + Q_{base} = 289 + 620 + 460 = \mathbf{1369 \text{ kg}}$$

Dai tabulati di calcolo si evince che la massima sollecitazione a compressione (rif. reazioni vincolari – combinazione 4) vale:

$$\mathbf{N_{max}} = \mathbf{1272 \text{ kg}} < \mathbf{Q_{amm}} = \mathbf{1369 \text{ kg}}$$

La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.

2.5. Verifica sfilamento pali (area attività colturale)

Nel caso di pali soggetti a sforzi di trazione, la resistenza allo sfilamento può essere valutata con il metodo proposto da Das e Seeley (1982).

La relazione generale da utilizzare è la seguente:

$$T_u = T_l + T_b + W$$

dove:

T_u = resistenza ultima allo sfilamento del palo;

T_l = resistenza allo sfilamento lungo il fusto;

T_b = resistenza allo sfilamento dovuto all'eventuale svasamento della base;

W = peso del palo, nella fattispecie pari a $ml \ 1,70 \times 32,2 \text{ kg/ml} = \mathbf{55 \text{ kg}}$

La componente della resistenza allo sfilamento dovuta all'attrito e all'adesione lungo il fusto si può calcolare con la seguente relazione:

$$T_l = A_l \alpha C_u$$

dove:

A_l = area laterale del fusto;

α = fattore di adesione, uguale a: $\alpha = 0,9 - 0,0625 C_u$, se $C_u < 0,8 \text{ kg/cm}^2$

$\alpha = 0,4$, se $C_u \geq 0,8 \text{ kg/cm}^2$

C_u = coesione non drenata del terreno.

Anche in questo caso, ai fini della verifica si considerano i due tratti del palo infisso nel terreno: il primo per la profondità di 0,70 m in corrispondenza del suolo agrario ($\gamma = 1750 \text{ kg/m}^3$; $\varphi = 17,6^\circ$; $C_u = 0,13$) e il secondo per la profondità di 1,30 m in corrispondenza dei limi argillosi plastici ($\gamma = 1850 \text{ kg/m}^3$; $\varphi = 17,9^\circ$; $C_u = 0,38$).

Nella fattispecie, si ha:

$$\mathbf{T_{l1}} = A_l \alpha C_u =$$

$$= (153 \times 70) \times (0,9 - 0,0625 \times 0,13) \times 0,13 =$$

$$= 10710 \times 0,891875 \times 0,13 = \mathbf{1242 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{T_{l2}} = A_l \alpha C_u =$$

$$= (153 \times 100) \times (0,9 - 0,0625 \times 0,38) \times 0,38 =$$

$$= 15300 \times 0,87625 \times 0,38 = \mathbf{5094 \text{ kg}}$$

La resistenza ultima allo sfilamento del palo vale, pertanto:

$$\mathbf{T_u} = T_{l1} + T_{l2} + T_b + W = 1242 + 5094 + 0 + 55 = \mathbf{6391 \text{ kg}}$$

Ai fini della determinazione della resistenza ammissibile allo sfilamento, adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2,5, si ottiene:

$$\mathbf{Tamm} = 6391 / 2,5 = \mathbf{2556 \text{ kg}}$$

Dai tabulati di calcolo si evince che i pali infissi non sono soggetti a trazione (rif. reazioni vincolari).

La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.

2.6. Verifica portanza terreno (area attività zootecnica)

Il complesso strutturale "palo-terreno" può essere inteso come un sistema in cui un palo di fondazione infisso nel terreno è sottoposto a sforzi verticali e orizzontali (risultanti degli sforzi normali e degli sforzi taglio). Il calcolo della portanza di un palo infisso viene effettuato sommando i contributi della portanza della punta del palo con quello dovuto alla resistenza laterale del fusto.

La portanza laterale, adottando la relazione di Burland (1973), può essere espressa come segue:

$$Q_{\text{lat}} = A_{\text{lat}} \times P_{\text{ef}} \times K \times f_w \times \text{tg } \delta;$$

con

A_{lat} = area laterale del palo;

P_{ef} = pressione efficace del terreno data da:

$$P_{\text{ef}} = L_{\text{palo}} \gamma \text{ se } L_{\text{palo}} < 15 \times D_{\text{palo}};$$

$$P_{\text{ef}} = 15D_{\text{palo}} \gamma \text{ se } L_{\text{palo}} > 15 \times D_{\text{palo}};$$

$15 \times D_{\text{palo}}$ = profondità critica per il calcolo della pressione efficace;

L_{palo} = lunghezza del palo;

D_{palo} = diametro o lato medio del palo;

γ = peso di volume del terreno;

$$K = 1 - \text{sen } \varphi';$$

φ' = angolo d'attrito terreno dopo l'infissione, spesso posto uguale a $(3/4)\varphi + 10$;

φ = angolo d'attrito del terreno prima dell'infissione.

δ = angolo d'attrito terra-palo, posto generalmente uguale a 20° per pali in acciaio e a $(2/3)\varphi'$ per pali in calcestruzzo;

f_w = fattore correttivo legato alla tronco-conicità percentuale del palo (per palo con sezione non variabile con la profondità, $f_w = 1$).

Ai fini della verifica si considerano i due tratti del palo infisso nel terreno: il primo per la profondità di 0,70 m in corrispondenza del suolo agrario ($\gamma = 1750 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,6^\circ$; $C_u = 0,13$) e il secondo per la profondità di 1,00 m in corrispondenza dei limi argillosi plastici ($\gamma = 1850 \text{ kg/mc}$; $\varphi = 17,9^\circ$; $C_u = 0,38$).

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} \mathbf{Q_{lat1}} &= A_{\text{lat}} \times P_{\text{ef}} \times K \times f_w \times \text{tg } \delta = \\ &= (133 \times 70) \times (70 \times 0,00175) \times (1 - 0,39394191) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 9310 \times 0,1225 \times 0,60605809 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{252 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Q_{lat2}} &= A_{\text{lat}} \times P_{\text{ef}} \times K \times f_w \times \text{tg } \delta = \\ &= (133 \times 110) \times (110 \times 0,00185) \times (1 - 0,39754829) \times 1 \times 0,36397023 = \\ &= 14630 \times 0,2035 \times 0,60245171 \times 1 \times 0,36397023 = \mathbf{653 \text{ kg}} \end{aligned}$$

La portanza della punta viene invece valutata utilizzando la relazione:

$$Q \text{ base} = (A \text{ base} P \text{ ef} Nq) - W \text{ palo};$$

con

A base = area della base del palo;

Nq = fattore adimensionale di portata che, secondo il metodo di Berezantev, vale:

$$Nq = 10^m \text{ dove}$$

$$m = -0,764 + 0,076 \varphi' (\text{°});$$

W palo = peso del palo, nella fattispecie pari a ml 1,80 x 27,8 kg/ml = **50 kg**

Nella fattispecie, si ha:

$$Q \text{ base} = (A \text{ base} \times P \text{ ef} \times Nq) - W \text{ palo} =$$

$$= [36,38 \times (180 \times 0,00185) \times (10^{1,592})] - 50 =$$

$$= (36,38 \times 0,333 \times 39,084) - 50 = \mathbf{423 \text{ kg}}$$

La portanza totale vale quindi:

$$Q \text{ amm} = Q \text{ lat}_1 + Q \text{ lat}_2 + Q \text{ base} = 252 + 653 + 423 = \mathbf{1328 \text{ kg}}$$

Dai tabulati di calcolo si evince che la massima sollecitazione a compressione (rif. reazioni vincolari – combinazione 4) vale:

$$N \text{ max} = 1223 \text{ kg} < Q \text{ amm} = 1328 \text{ kg}$$

La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.

2.7. Verifica sfilamento pali (area attività zootecnica)

Nel caso di pali soggetti a sforzi di trazione, la resistenza allo sfilamento può essere valutata con il metodo proposto da Das e Seeley (1982).

La relazione generale da utilizzare è la seguente:

$$T_u = T_l + T_b + W$$

dove:

T_u = resistenza ultima allo sfilamento del palo;

T_l = resistenza allo sfilamento lungo il fusto;

T_b = resistenza allo sfilamento dovuto all'eventuale svasamento della base;

W = peso del palo, nella fattispecie pari a ml 1,80 x 27,8 kg/ml = **50 kg**

La componente della resistenza allo sfilamento dovuta all'attrito e all'adesione lungo il fusto si può calcolare con la seguente relazione:

$$T_l = A_l \alpha C_u$$

dove:

A_l = area laterale del fusto;

α = fattore di adesione, uguale a: α = 0,9 – 0,0625 C_u, se C_u < 0,8 kg/cmq

$$\alpha = 0,4, \text{ se } C_u \geq 0,8 \text{ kg/cmq}$$

C_u = coesione non drenata del terreno.

Anche in questo caso, ai fini della verifica si considerano i due tratti del palo infisso nel terreno: il primo per la profondità di 0,70 m in corrispondenza del suolo agrario (γ = 1750 kg/mc; φ = 17,6°; C_u = 0,13) e il secondo per la profondità di 1,30 m in corrispondenza dei limi argillosi plastici (γ = 1850 kg/mc; φ = 17,9°; C_u = 0,38).

Nella fattispecie, si ha:

$$\begin{aligned} T_{I1} &= Al \alpha Cu = \\ &= (133 \times 70) \times (0,9 - 0,0625 \times 0,13) \times 0,13 = \\ &= 9310 \times 0,891875 \times 0,13 = \mathbf{1079 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{I2} &= Al \alpha Cu = \\ &= (133 \times 110) \times (0,9 - 0,0625 \times 0,38) \times 0,38 = \\ &= 14630 \times 0,87625 \times 0,38 = \mathbf{4871 \text{ kg}} \end{aligned}$$

La resistenza ultima allo sfilamento del palo vale, pertanto:

$$T_u = T_{I1} + T_{I2} + T_b + W = 1079 + 4871 + 0 + 50 = \mathbf{6000 \text{ kg}}$$

Ai fini della determinazione della resistenza ammissibile allo sfilamento, adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2,5, si ottiene:

$$T_{amm} = 6000 / 2,5 = \mathbf{2400 \text{ kg}}$$

Dai tabulati di calcolo si evince che i pali infissi non sono soggetti a trazione (rif. reazioni vincolari).

La verifica, pertanto, risulta soddisfatta.

3. TABULATI DI CALCOLO E DISEGNI ESECUTIVI

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*".

• **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

• **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possano essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidità degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

• **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- **VERIFICHE**

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

- **DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.**

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

TRAVI:

Area minima delle staffe pari a $1.5 \cdot b$ mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa $\geq 0,15\%$ della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$;

Barre longitudinali con diametro ≥ 12 mm;

Diametro staffe ≥ 6 mm e comunque $\geq 1/4$ del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

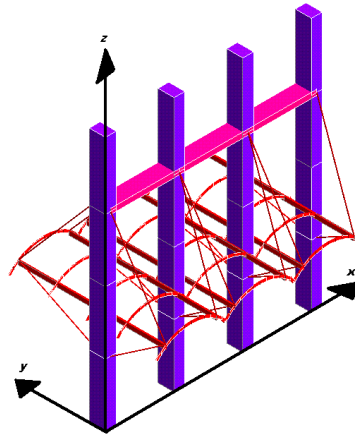
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

• SISTEMI DI RIFERIMENTO

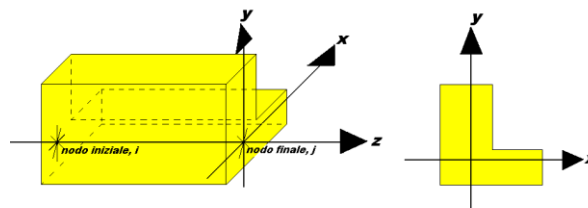
1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



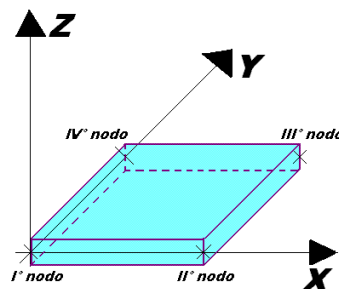
2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella caratteristiche statiche dei profili e caratteristiche materiali.

Sez.	: Numero d'archivio della sezione
U	: Perimetro bagnato per metro di sezione
P	: Peso per unità di lunghezza
A	: Area della sezione
Ax	: Area a taglio in direzione X
Ay	: Area a taglio in direzione Y
Jx	: Momento d'inerzia rispetto all'asse X
Jy	: Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jt	: Momento d'inerzia torsionale
Wx	: Modulo di resistenza a flessione, asse X
Wy	: Modulo di resistenza a flessione, asse Y
Wt	: Modulo di resistenza a torsione
ix	: Raggio d'inerzia relativo all'asse X
iy	: Raggio d'inerzia relativo all'asse Y
sver	: Coefficiente per verifica a svergolamento ($h/(b*t)$)
E	: Modulo di elasticità normale
G	: Modulo di elasticità tangenziale
lambda	: Valore massimo della snellezza
Tipo Acciaio	: Tipo di acciaio
Tipo verifica	: EvitaVerif : non esegue verifica NoVerCompr : verifica solo aste tese Completa : verifica completa
gamma	: peso specifico del materiale
Lungh/SpLim	: Rapporto fra la lunghezza dell'asta e lo spostamento limite
Tipo profilatura	: a freddo/a caldo (Dato valido solo per tipologie tubolari)
Wx Plast.	: Modulo di resistenza plastica in direzione X
Wy Plast.	: Modulo di resistenza plastica in direzione Y
Wt Plast.	: Modulo di resistenza plastica torsionale
Ax Plast.	: Area a taglio plastica direzione X
Ay Plast.	: Area a taglio plastica direzione Y
Iw	: Costante di ingobbamento (momento di inerzia settoriale)
Num.Rit.Tors	: Numero di ritegni torsionali

Per Norma 1996 valgono anche le seguenti sigle:

S_{amm}	: Tensione ammissibile
fe	: Tipo di acciaio (1 = Fe360; 2 = Fe430; 3 = Fe510)
Ω	: Prospetto per i coefficienti Ω (1 = a; 2 = b; 3 = c; 4 = d – Per le sezioni in legno: 5 = latifoglie dure; 6=conifere)
Caric. extra	: Coefficiente per carico estradossato per la verifica allo svergolamento
E.lim.	: Eccentricità limite per evitare la verifica allo svergolamento
Coeff.'ni'	: Coefficiente "ni"

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

Crit.N.ro	: Numero indicativo del criterio di progetto
Elem.	: Tipo di elemento strutturale
%Rig.Tors.	: Percentuale di rigidità torsionale
Mod. E	: Modulo di elasticità normale
Poisson	: Coefficiente di Poisson
Sgmc	: Tensione massima di esercizio del calcestruzzo
tauc0	: Tensione tangenziale minima
tauc1	: Tensione tangenziale massima
Sgmf	: Tensione massima di esercizio dell'acciaio
Om.	: Coefficiente di omogeneizzazione
Gamma	: Peso specifico del materiale
Coprstaffa	: Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo
Fi min.	: Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali
Fi st.	: Diametro delle staffe
Lar. st.	: Larghezza massima delle staffe
Psc	: Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche
Pos.pol.	: Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali
D arm.	: Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali
Iteraz.	: Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali
Def. Tag.	: Deformabilità a taglio (si, no)
%Scorr.Staf.	: Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe
P.max staffe	: Passo massimo delle staffe
P.min.staffe	: Passo minimo delle staffe
tMt min.	: Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione
Ferri parete	: Presenza di ferri di parete a taglio
Ecc.lim.	: Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura
Tipo ver.	: Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)
Fl.rett.	: Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)
Den.X pos.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.X neg.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma negativo
Den.Y pos.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.Y neg.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma negativo
%Mag.car.	: Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
%Rid.Plas	: Rapporto tra i momenti sull'estremo della trave $M^*(ij)/M(ij)$, dove: - $M^*(ij)$ =Momento DOPO la redistribuzione plastica - $M(ij)$ =Momento PRIMA della redistribuzione plastica
Linear.	: Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta: 1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione 2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione. 3 = comportamento lineare solo a trazione. 4 = comportamento non lineare solo a trazione. 5 = comportamento lineare solo a compressione. 6 = comportamento non lineare solo a compressione.
Appesi	: Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
Min. T/sigma	: Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
Verif.Alette	: Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
Kwinkl.	: Costante di sottofondo del terreno

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le verifiche agli stati limite.

Cri.Nro	: Numero identificativo del criterio di progetto
Tipo Elem.	: Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro, setto, setto elastico ("SHela")
fck	: Resistenza caratteristica del calcestruzzo
fcd	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo
rcd	: Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)
fyk	: Resistenza caratteristica dell'acciaio
fyd	: Resistenza di calcolo dell'acciaio
Ey	: Modulo elastico dell'acciaio
ec0	: Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico
ecu	: Deformazione ultima del calcestruzzo
eyu	: Deformazione ultima dell'acciaio
Ac/At	: Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa
Mt/Mtu	: Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione
Wra	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare
Wfr	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti
Wpe	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti
σ Rara	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare
σ Perm	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti
σ_f Rara	: Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare
SpRar	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare
SpPer	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti
Coef.Visc.:	: Coefficiente di viscosità

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella coordinate nodi.

Nodo3d	: <i>Numero del nodo spaziale</i>
Coord.X	: <i>Coordinata X del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Y	: <i>Coordinata Y del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Z	: <i>Coordinata Z del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Filo	: <i>Numero del filo per individuare le travate in c.a.</i>
Piano Sism.	: <i>Numero del piano rigido di appartenenza del nodo</i>
Peso	: <i>Peso sismico del nodo; ogni canale di carico è stato moltiplicato per il proprio coefficiente di riduzione del sovraccarico</i>

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella dati di asta spaziale.

Asta3d	: Numero dell'asta spaziale
Filo in.	: Numero del filo del nodo iniziale
Filo fin.	: Numero del filo del nodo finale
Q. iniz.	: Quota del nodo iniziale
Q. fin.	: Quota del nodo finale
Nod3d iniz.	: Numero del nodo iniziale
Nod3d fin.	: Numero del nodo finale
Cr. Pr.	: Numero del criterio di progetto per la verifica
Sez. N.ro	: Numero in archivio della sezione
Base x Alt	: Per le sezioni rettangolari base ed altezza; per le altre tipologie ingombro massimo della sezione
Magr.	: Dimensione del magrone per sezioni di fondazione
Rot.	: Angolo di rotazione della sezione
dx	: Scostamento in direzione X globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dy	: Scostamento in direzione Y globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dz	: Scostamento in direzione Z globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dx	: Scostamento in direzione X globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
dy	: Scostamento in direzione Y globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
dz	: Scostamento in direzione Z globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
Cri Geo	: Criterio geotecnico
Tipo Elemento	: Tipo elemento ai fini sismici: Le sigle sotto riportate hanno il significato appresso specificato: - "Secondario NTC18": si intende un elemento asta secondario ai sensi della NTC2018, che non viene inserito nel modello sismico ed a cui vengono applicate le verifiche di duttilità. - "NoGerarchia": si intende un elemento asta non appartenente ad un meccanismo dissipativo e in cui non è applicabile la gerarchia delle resistenze (esempio aste meshate interne a pareti o piastre o travi inclinate)

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella vincoli nodali esterni:

- **Nodo3d** : Numero del nodo spaziale
- **Codice** : Codice esplicito per la determinazione del vincolo:

I = incastro
C = cerniera completa
W = *Winkler*
E = esplicito
P = plinto
U = Vincolo unilatero

- **Tx** : Rigidezza traslante in direzione X sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Ty** : Rigidezza traslante in direzione Y sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Tz** : Rigidezza traslante in direzione Z sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Rx** : Rigidezza rotazionale in direzione X sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Ry** : Rigidezza rotazionale in direzione Y sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Rz** : Rigidezza rotazionale in direzione Z sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)

SCOSTAMENTO PER I VINCOLI ELASTICI

- **Tr. X**: Scostamento in direzione X globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Tr. Y**: Scostamento in direzione Y globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Tr. Z**: Scostamento in direzione Z globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Azim**: Angolo formato fra la proiezione dell'asse Z locale sul piano XY e l'asse X globale (azimut)
- **CoZe**: Angolo formato fra l'asse Z locale e l'asse Z globale (complemento allo zenit)
- **Ass.** : Rotazione attorno dell'asse Z locale del sistema di riferimento locale

ATTRIBUTO DI VERSO PER I VINCOLI UNILATERI

- **Tr. X** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione X
- **Tr. Y** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione Y
- **Tr. Z** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione Z
- **Rot.X** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore X
- **Rot.Y** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore Y
- **Rot.Z** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore Z

Gli attributi sul verso degli spostamenti e delle rotazioni possono assumere i seguenti valori:

1 = Impedisce gli spostamenti sia positivi che negativi
3 = Impedisce solo gli spostamenti positivi
5 = Impedisce solo gli spostamenti negativi

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle carichi termici aste, carichi distribuiti aste, carichi concentrati, carichi termici shell e carichi shell.

CARICHI ASTE

- **Asta3d** : Numero dell'asta spaziale
- **Dt** : Delta termico costante
- **ALL.SISMICA** : Coefficiente di riduzione del sovraccarico per la condizione in stampa ai fini del calcolo della massa sismica
- **Riferimento** : Sistema di riferimento dei carichi (0 globale ; 1 locale)
- **Qx** : Carico distribuito in direzione X sul nodo iniziale
- **Qy** : Carico distribuito in direzione Y sul nodo iniziale
- **Qz** : Carico distribuito in direzione Z sul nodo iniziale
- **Qx** : Carico distribuito in direzione X sul nodo finale
- **Qy** : Carico distribuito in direzione Y sul nodo finale
- **Qz** : Carico distribuito in direzione Z sul nodo finale
- **Mt** : Momento torcente distribuito

CARICHI CONCENTRATI

- **Nodo3d** : Numero del nodo spaziale
- **Fx** : Forza in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **Fy** : Forza in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Fz** : Forza in direzione Z nel sistema di riferimento globale
- **Mx** : Momento in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **My** : Momento in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Mz** : Momento in direzione Z nel sistema di riferimento globale

CARICHI SHELL

- **Shell** : Numero dello shell spaziale
- **Dt** : Delta termico costante
- **Riferimento** : Sistema di riferimento delle pressioni e dei carichi distribuiti; verticale è la direzione dell'asse Z del sistema di riferimento globale, normale è la direzione ortogonale all'elemento per le pressioni e ortogonale al lato per i carichi distribuiti. Codici:

0 = pressione verticale e carico normale
 1 = pressione normale e carico verticale
 2 = pressione normale e carico normale
 3 = pressione verticale e carico verticale

- **P.a** : Pressione sul primo vertice dello shell
- **P.b** : Pressione sul secondo vertice dello shell
- **P.c** : Pressione sul terzo vertice dello shell
- **P.d** : Pressione sul quarto vertice dello shell
- **Q.ab** : Carico distribuito sul lato ab
- **Q.bc** : Carico distribuito sul lato bc
- **Q.cd** : Carico distribuito sul lato cd
- **Q.da** : Carico distribuito sul lato da

CARICHI RIPARTITORI SHELL

- **Shell** : Numero dello shell spaziale
- **Riferimento** : Sistema di riferimento delle forze concentrate agenti sulla impronta di carico. La forza Fz e' comunque sempre rivolta lungo l'asse Z globale (direzione verticale). Codici:

0 = Sistema di Riferimento locale dello shell

1 = Sistema di Riferimento globale

- **F_x** : Forza complessiva sulla impronta di dir.X (loc/glob)
- **F_y** : Forza complessiva sulla impronta di dir.Y (loc/glob)
- **F_z** : Forza complessiva sulla impronta di dir.Z (glob)

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

TUBI A SEZIONE RETTANGOLARE					
Sez. N.ro	Descrizione	h mm	b mm	s mm	Mat. N.ro
945	TQ	140,0	100,0	3,5	1

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

SEZIONE GENERICA			SEZIONE GENERICA		
Sez. N.ro	Descrizione	Mat. N.ro	Sez. N.ro	Descrizione	Mat. N.ro
944	O275*111.5*50*5	1			

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

CARATTERISTICHE STATICHE DEI PROFILI

Sez. N.ro	U m2/m	P kg/m	A cmq	Ax cmq	Ay cmq	Jx cm4	Jy cm4	Jt cm4	Wx cm3	Wy cm3	Wt cm3	ix cm	iy cm	sver 1/cm
944	1,50	32,2	40,97	40,97	40,97	3854,3	1234,1	4,0	274,79	119,54	40,00	9,70	5,49	0,00
945	0,46	12,7	16,20	6,16	8,23	458,3	272,6	524,4	65,48	54,52	92,16	5,32	4,10	0,00

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

DATI PER VERIFICHE EUROCODICE

Sez. N.ro	Descrizione	Wx Plastico cm3	Wy Plastico cm3	Wt Plastico cm3	Ax Plastico cm2	Ay Plastico cm2	lw cm6
944	O275*111.5*50*5	274,79	119,54	40,00	40,97	40,97	0,0
945	TQ	78,00	61,90	92,16	6,75	9,45	0,0

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO

CARATTERISTICHE MATERIALE

Mat. N.ro	E kg/cmq	G kg/cmq	lambda max	Tipo Acciaio	Verifica	Gamma kg/mc	Lung/ SpLim	Tipo Profilat.
1	2100000	850000	200,0	S420N/NL	Completa	7850	250	a Freddo

CRITERI DI PROGETTO

IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE						DURABILITA'				CARATTER. COSTRUTTIVE				FLAG		
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless.	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. El kg/cmq	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li n.	App esi
1	ELEV.	10	100	C20/25	B450C	299619	0,20	2500	ORDIN. XO	POCO SENS.	0,00	2,0	3,6	16	8	60	0	0
3	PILAS	10	100	C20/25	B450C	299619	0,20	2500	ORDIN. XO	POCO SENS.	0,00	2,0	3,6	16	8	50	0	0

CRITERI DI PROGETTO

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar	σcPer	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	200,0	113,0	113,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	120,0	90,0	3600				2,0	0,08	
3	PILAS	200,0	113,0	113,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	120,0	90,0	3600				2,0	0,08	

DATI GENERALI DI STRUTTURA

DATI GENERALI DI STRUTTURA

Massima dimens. dir. X (m)	41,40	Altezza edificio (m)	3,44
Massima dimens. dir. Y (m)	0,00	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	12,67021	Latitudine Nord (Grd)	37,99718
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Acciaio	Sistema Costruttivo Dir.2	Acciaio
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	120,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,24
Fo	2,50	Fv	0,66
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,41	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			

Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Periodo T'c (sec.)	0,28
Fo	2,49	Fv	0,73
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,45	Periodo TD (sec.)	1,79
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,67	Fv	1,13
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	1,99
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	2475,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,70	Fv	1,18
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,02
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 1			
Classe Duttilita' AlfaU/Alfa1	NON dissip. 1,30	Sotto-Sistema Strutturale Fattore di comportam 'q'	Intelaiat 1,00
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 2			
Classe Duttilita' AlfaU/Alfa1	NON dissip. 1,30	Sotto-Sistema Strutturale Fattore di comportam 'q'	Intelaiat 1,00
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif.Instabilita' acciaio:	1,05
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondam.:	1,30
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

COORDINATE DEI NODI

IDENT. Nodo3d N.ro	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		PESO SISMICO		
	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.	Dir. X (t)	Dir. Y (t)	Dir. Z (t)
1	0,00	0,00	-0,40	1	0	0,00	0,00	0,00
2	6,90	0,00	-0,40	2	0	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	3,04	1	0	0,12	0,12	0,12
4	6,90	0,00	3,04	2	0	0,20	0,20	0,20
5	34,50	0,00	-0,40	3	0	0,00	0,00	0,00
6	34,50	0,00	3,04	3	0	0,20	0,20	0,20
7	34,50	0,00	0,00	3	0	0,01	0,01	0,01
8	34,50	0,00	0,50	3	0	0,05	0,05	0,05
9	41,40	0,00	-0,40	4	0	0,00	0,00	0,00
10	41,40	0,00	3,04	4	0	0,12	0,12	0,12
11	41,40	0,00	0,00	4	0	0,01	0,01	0,01
12	41,40	0,00	0,50	4	0	0,05	0,05	0,05
13	13,80	0,00	-0,40	60	0	0,00	0,00	0,00
14	13,80	0,00	3,04	60	0	0,20	0,20	0,20
15	20,70	0,00	-0,40	61	0	0,00	0,00	0,00
16	20,70	0,00	3,04	61	0	0,20	0,20	0,20
17	27,60	0,00	-0,40	62	0	0,00	0,00	0,00
18	27,60	0,00	3,04	62	0	0,20	0,20	0,20
19	0,00	0,00	0,00	1	0	0,01	0,01	0,01
20	6,90	0,00	0,00	2	0	0,01	0,01	0,01
21	0,00	0,00	0,50	1	0	0,05	0,05	0,05
22	6,90	0,00	0,50	2	0	0,05	0,05	0,05
23	13,80	0,00	0,00	60	0	0,01	0,01	0,01
24	13,80	0,00	0,50	60	0	0,05	0,05	0,05

COORDINATE DEI NODI

IDENT.	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		PESO SISMICO		
	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.	Dir. X (t)	Dir. Y (t)
25	20,70	0,00	0,00	61	0	0,01	0,01	0,01
26	20,70	0,00	0,50	61	0	0,05	0,05	0,05
27	27,60	0,00	0,00	62	0	0,01	0,01	0,01
28	27,60	0,00	0,50	62	0	0,05	0,05	0,05

DATI ASTE SPAZIALI

IDENTIFICAZIONE																	GEOMETRIA						SCOST. INIZIALI			SCOST. FINALI			Tipo Elemento ai fini sism.
Asta3d N.ro	Filo in.	Filo fin.	Q.iniz (m)	Q.fin. (m)	Nod3d iniz.	Nod3d fin.	Cr. Pr.	Sez. N.ro	Sigla Sezione	Magr. (cm)	Rot. Grd	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)	Cri Geo											
1	1	1	3,04	0,50	3	21	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
2	2	2	3,04	0,50	4	22	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
3	62	62	3,04	0,50	18	28	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
4	60	60	3,04	0,50	14	24	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
5	61	61	3,04	0,50	16	26	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
6	3	3	0,00	-0,40	7	5	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
7	3	3	0,50	0,00	8	7	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
8	3	3	3,04	0,50	6	8	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
9	4	4	0,00	-0,40	11	9	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
10	4	4	0,50	0,00	12	11	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
11	4	4	3,04	0,50	10	12	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
12	1	2	3,04	3,04	3	4	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
13	2	60	3,04	3,04	4	14	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
14	60	61	3,04	3,04	14	16	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
15	61	62	3,04	3,04	16	18	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
16	62	3	3,04	3,04	18	6	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
17	3	4	3,04	3,04	6	10	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio										
18	1	1	0,00	-0,40	19	1	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
19	1	1	0,50	0,00	21	19	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
20	2	2	0,00	-0,40	20	2	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
21	2	2	0,50	0,00	22	20	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
22	60	60	0,00	-0,40	23	13	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
23	60	60	0,50	0,00	24	23	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
24	61	61	0,00	-0,40	25	15	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
25	61	61	0,50	0,00	26	25	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
26	62	62	0,00	-0,40	27	17	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										
27	62	62	0,50	0,00	28	27	3	944	O275*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr										

VINCOLI E CEDIMENTI NODALI

IDENTIFIC.		RIGIDENZE TRASLANTI			RIGIDENZE ROTAZIONALI			SCOSTAMENTI					VERSO SPOSTAMENTI UNILATERI						
Nodo3d N.ro	Cod ice	Tx t/m	Ty t/m	Tz t/m	Rx t*m	Ry t*m	Rz t*m	Tr.X cm	Tr.Y cm	Tr.Z cm	Azim Grd	CoZe Grd	Ass. Grd	Tr.X	Tr.Y	Tr.Z	RotX	RotY	RotZ
1	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
2	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
5	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
9	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
13	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
15	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						
17	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0						

CARICHI DISTRIBUITI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2										ALIQUOTA SISMICA: 100				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE									
Asta3d N.ro	Riferi mento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t					
12	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					
13	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					
14	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					
15	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					
16	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					
17	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00					

CARICHI DISTRIBUITI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3										ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE									
Asta3d N.ro	Riferi mento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t					
12	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00					
13	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00					
14	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00					
15	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00					
16	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00					

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
17	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 4					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
13	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
14	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
15	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
16	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
17	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
13	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
14	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
15	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
16	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
17	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 6					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
13	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
14	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
15	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
16	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
17	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.									
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Carichi permanenti	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Vento orizz. downfor	0,00	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	0,00	0,00	0,90	1,50
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	0,90	1,50
Neve	1,50	1,50	0,75	1,50	0,75	1,50	0,75	1,50	0,75

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.							
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vento orizz. downfor	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00
Neve	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.				
DESCRIZIONI	1	2	3	4
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti	1,00	1,00	1,00	1,00
Vento orizz. downfor	0,00	0,20	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,20	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,20
Neve	0,20	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Carichi permanenti	1,00
Vento orizz. downfor	0,00
Vento orizz uplift	0,00
Vento vert uplift	0,00
Neve	0,00

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA TRAVI**

Tratto	: Le aste adiacenti a setti e piastre vengono suddivise in sottoelementi per garantire la congruenza. Il numero di "TRATTO" identifica la posizione sequenziale del sottoelemento attuale a partire dall'estremo iniziale
Filo in.	: Filo iniziale
Filo fin.	: Filo finale

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun estremo dell'asta:

Alt.	: Altezza dell'estremità dell'asta dallo spiccato di fondazione
Tx	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta (principale d'inerzia)
Ty	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
N	: Sforzo assiale
Mx	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta
My	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
Mt	: Momento torcente dell'asta (agente con asse vettore parallelo all'asse 'Z' locale)

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL**

SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE (s.r.l.): Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è così definito:

Origine	: I° punto di inserimento dello shell
Asse 1	: Asse X nel s.r.l., definito dal punto origine e dal II° punto di inserimento, nel verso di quest'ultimo
Piano12	: Piano XY nel s.r.l., definito dai punti origine, II° e III° di inserimento
Asse 2	: Asse Y nel s.r.l., ottenuto nel piano 12 con una rotazione antioraria di 90° dell'asse X intorno al punto origine, in modo che l'asse I-II si sovrapponga all'asse I-III con un angolo < 180°
Asse 3	: Asse Z nel s.r.l., ortogonale al piano 12, in modo da formare una terna destra con gli assi 1 e 2

Le tensioni di lastra (S) sono costanti lungo lo spessore. Le tensioni di piastra (M) variano linearmente lungo lo spessore, annullandosi in corrispondenza del piano medio (diagramma emisimmetrico o "a farfalla"). I valori del tensore degli sforzi sono riferiti alla faccia positiva (superiore nel s.r.l.) di normale 3 (esempio: Xij tensione X agente sulla faccia di normale i e diretta lungo j).

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun nodo dell'elemento bidimensionale:

Shell Nro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono riferite le tensioni S di lastra e M piastra
S11	: tensione normale di lastra
S22	: tensione normale di lastra
S12	: tensione tangenziale di lastra (S12 = S21)
M11	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M22	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M12	: tensione tangenziale di piastra sulla faccia positiva

Tabulato di stampa dei carichi nodali equivalenti applicati nei nodi degli shell.

Shell Nro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono i carichi nodali degli shell
Tx	: Forza nodale in direzione X del sistema di riferimento locale
Ty	: Forza nodale in direzione Y del sistema di riferimento locale
Tz	: Forza nodale in direzione Z del sistema di riferimento locale
Mx	: Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse X del sistema di riferimento locale

My : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Y del sistema di riferimento locale*

Mz : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Z del sistema di riferimento locale*

• VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO / LEGNO

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in acciaio e di verifica aste in legno.

Fili N.ro	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla terza quello del nodo finale
Quota	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla terza quota del nodo finale
Tratto	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
Cmb N.r	: Numero della combinazione per la quale si \dot{S} avuta la condizione più gravosa (rapporto di verifica massimo). La combinazione 0, se presente, si riferisce alle verifiche delle aste in legno, costruita con la sola presenza dei carichi permanenti ($1.3 \cdot G1 + 1.5 \cdot G2$). Seguono le caratteristiche associate alla combinazione:
N Sd	: Sforzo normale di calcolo
MxSd	: Momento flettente di calcolo asse vettore X locale
MySd	: Momento flettente di calcolo asse vettore Y locale
VxSd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse X locale
VySd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse Y locale
T Sd	: Torsione di calcolo
N Rd	: Sforzo normale resistente ridotto per presenza dell'azione tagliante
MxV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore X locale ridotto per presenza di azione tagliante. Per le sezioni di classe 3 è sempre il momento limite elastico, per quelle di classe 1 e 2 è il momento plastico. Se inoltre la tipologia della sezione è doppio T, tubo tondo, tubo rettangolare e piatto, il momento è ridotto dall'eventuale presenza dello sforzo normale
MyV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore Y locale ridotto per presenza di azione tagliante. Vale quanto riportato per il dato precedente
VxplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
VyplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
T Rd	: Torsione resistente
fy rid	: Resistenza di calcolo del materiale ridotta per presenza dell'azione tagliante
Rap %	: Rapporto di verifica moltiplicato per 100. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100. La formula utilizzata in verifica è la n.ro 6.41 di EC3. Tale formula nel caso di sezione a doppio T coincide con le formule del DM 2008 n.ro 4.2.39 e del DM 2018 n.ro 4.2.39.
Sez.N	: Numero di archivio della sezione
Ac	: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici. Sostituisce il dato 'Sez.N.' se l'incremento dei carichi statici è maggiore di 1
Qn	: Carico distribuito normale all'asse della trave in kg/m, incluso il peso proprio
Asta	: Numerazione dell'asta

Per le strutture dissipative, nei pilastri, sono stati tenuti in conto i fattori di sovraresistenza riportati nella Tab. 7.5.I delle NTC 2008 e par 7.5.1 delle NTC2018

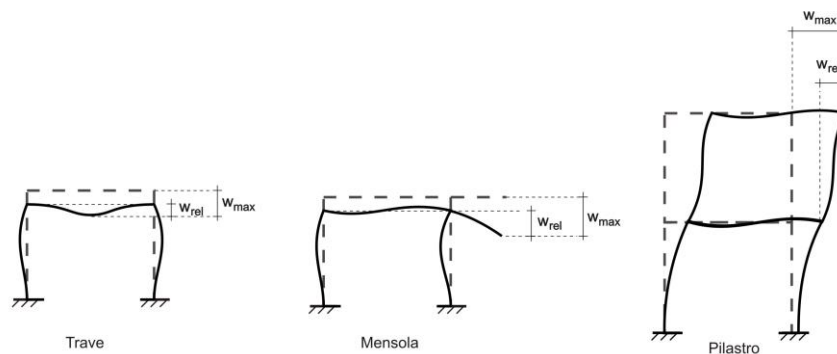
L'ultima riga delle quattro relative a ciascuna asta, si riferisce ai valori utili ad effettuare le verifiche di instabilità:

l	: Lunghezza della trave
$\beta \cdot l$: Lunghezza libera di inflessione
clas.	: Classe di verifica della trave
ϵ	: $(235/f_y)^{(1/2)}$. Se il valore ϵ è maggiore di 1 significa che il programma ha classificato la sezione, originariamente di classe 4, come sezione di classe 3 secondo il comma (9) del punto 5.5.2 dell'EC3 in base alla tensione di compressione massima. Per tali aste non sono state effettuate le verifiche di instabilità come previsto nel comma (10) dell'EC3 (vedi anche pto C4.2.3.1).

Lmd	: Snellezza lambda
R%pf	: Rapporto di verifica per l'instabilità alla presso-flessione moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.32]. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100
R%ft	: Rapporto di verifica per l'instabilità flessio-torsionale moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.36]
Wmax	: Spostamento massimo
Wrel	: Spostamento relativo, depurato dalla traslazione rigida dei nodi
Wlim	: Spostamento limite

Gli spostamenti Wmax e Wrel, essendo legati alle verifiche di esercizio, sono calcolati combinando i canali di carico con i coefficienti delle matrici SLE.

Per una più agevole comprensione del significato dei dati Wmax e Wrel, si può fare riferimento alla figura seguente:



Quindi ai fini della verifica è sufficiente che risulti $Wrel \leq Wlim$, essendo del tutto normale che l'asta possa risultare verificata anche con $Wmax > Wlim$.

Se:

Rap %	: 111 La sezione non verifica per taglio elevato
Rap %	: 444 Sezione non verificata in automatico perché di classe 4

Per le sezioni in legno vengono modificate le seguenti colonne:

N Rd $\rightarrow \sigma_n$: Tensione normale dovuta a sforzo normale
MxV.Rd $\rightarrow \sigma_{M_x}$: Tensione normale dovuta a momento M_x
MyV.Rd $\rightarrow \sigma_{M_y}$: Tensione normale dovuta a momento M_y
VxplRd $\rightarrow \tau_x$: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_x
VyplRd $\rightarrow \tau_y$: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_y
T Rd $\rightarrow \tau_{M_t}$: Tensione tangenziale da momento torcente
fy rid \rightarrow Rapp. Fless	: Rapporto di verifica per la flessione composta secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.6a], [4.4.6b], [4.4.7a], [4.4.7b]. Viene riportato il valore più alto fra tutte le varie combinazioni e si intende verificato, come tutti gli altri rapporti, se il valore è minore di uno
Rap % \rightarrow Rapp.Taglio	: Rapporto di verifica per il taglio o la torsione secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.8], [4.4.9] avendo sovrapposto gli effetti con la [4.4.10] nel caso di taglio e torsione agenti contemporaneamente
clas. \rightarrow KcC	: Coefficiente di instabilità di colonna ($K_{crit,c}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.15]
lmd \rightarrow KcM	: Coefficiente di instabilità di trave ($K_{crit,m}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.12]
R%pf \rightarrow Rx	: Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente K_m è applicato al termine del momento Y
R%ft \rightarrow Ry	: Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente

Km è applicato al termine del momento X

Gli spostamenti W_{max} e W_{rel} sono calcolati secondo le formule [2.2] e [2.3] dell'Eurocodice 5. In particolare si sommano gli spostamenti istantanei delle combinazioni SLE Rare con quelli a tempo infinito delle combinazioni SLE Quasi Permanenti. Quindi indicando con U^P gli spostamenti istantanei dei carichi permanenti e con U^Q quelli dei carichi variabili lo spostamento finale vale:

$$U_{fin} = U^P + K_{def} * U^P + U^Q + K_{def} * \phi_2 * U^Q$$

Table with columns: Tra tto, Filo In., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m), Filo Fin., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m). Title: CARATT. Vento orizz uplift: ASTE

Table with columns: Tra tto, Filo In., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m), Filo Fin., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m). Title: CARATT. Vento vert uplift: ASTE

Table with columns: Tra tto, Filo In., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m), Filo Fin., Alt. (m), Tx (t), Ty (t), N (t), Mx (t*m), My (t*m), Mt (t*m). Title: CARATT. Neve: ASTE

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpIRd Kg	VypIRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-445	1186	68	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 14	Wmax/rel/lim=	0,1	0,1	1,6	mm	
Sez.N. 944	1	0,50	9		-93	-924	27	-54	-352	1	163898	10991	4782	94630	94630	924	4000	9
O275*111.5	qn=	0	9		-104	-1012	41	-54	-352	1	163898	10991	4782	94630	94630	924	4000	10
Asta: 19	1	0,00	5		-428	-1101	-47	87	-354	1	163898	10991	4782	94630	94630	924	4000	11
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-114	1030	43	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	0,4	0,3	2,0	mm	
Sez.N. 944	2	0,00	5		-824	-2970	39	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	28
O275*111.5	qn=	0	5		-832	-3168	43	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	30
Asta: 20	2	-0,40	5		-840	-3365	48	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	32
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-840	3207	44	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 34	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 944	2	0,50	5		-803	-2476	29	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	24
O275*111.5	qn=	0	5		-813	-2723	34	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	26
Asta: 21	2	0,00	5		-824	-2970	39	-21	-988	0	163891	10991	4781	94630	94630	924	4000	28
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-824	2773	35	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 30	Wmax/rel/lim=	1,0	0,8	2,0	mm	
Sez.N. 944	60	0,00	5		-784	-2618	32	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	25
O275*111.5	qn=	0	5		-792	-2790	35	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	27
Asta: 22	60	-0,40	5		-800	-2962	37	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	28
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-800	2824	35	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 30	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 944	60	0,50	5		-763	-2189	25	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	21
O275*111.5	qn=	0	5		-773	-2403	29	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	23
Asta: 23	60	0,00	5		-784	-2618	32	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	25
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-784	2446	29	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 27	Wmax/rel/lim=	0,9	0,7	2,0	mm	
Sez.N. 944	61	0,00	5		-792	-2705	31	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	26
O275*111.5	qn=	0	5		-801	-2884	34	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	27
Asta: 24	61	-0,40	5		-809	-3062	37	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	29
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-809	2919	35	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 31	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 944	61	0,50	5		-771	-2260	25	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	22
O275*111.5	qn=	0	5		-782	-2483	28	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	24
Asta: 25	61	0,00	5		-792	-2705	31	-13	-891	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	26
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-792	2527	29	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 28	Wmax/rel/lim=	0,9	0,7	2,0	mm	
Sez.N. 944	62	0,00	5		-784	-2618	30	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	25
O275*111.5	qn=	0	5		-792	-2790	32	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	27
Asta: 26	62	-0,40	5		-801	-2962	35	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	28
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-154	2824	35	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 30	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 944	62	0,50	5		-763	-2189	23	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	21
O275*111.5	qn=	0	5		-773	-2403	27	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	23
Asta: 27	62	0,00	5		-784	-2618	30	-13	-859	0	163893	10991	4781	94630	94630	924	4000	25
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-137	2446	29	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 27	Wmax/rel/lim=	0,9	0,7	2,0	mm	

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,239	0,000	0,676	0,000	0,268	0,000
2	-0,016	0,000	1,258	0,000	-0,023	0,000
5	0,016	0,000	1,258	0,000	0,023	0,000
9	-0,239	0,000	0,676	0,000	-0,268	0,000
13	-0,001	0,000	1,241	0,000	-0,003	0,000
15	0,000	0,000	1,242	0,000	0,000	0,000
17	0,001	0,000	1,241	0,000	0,003	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,261	-0,149	0,685	0,526	0,293	-0,001
2	-0,019	-0,418	1,248	1,424	-0,031	0,000
5	0,017	-0,418	1,248	1,425	0,018	0,000
9	-0,258	-0,149	0,683	0,525	-0,289	0,001
13	-0,001	-0,364	1,243	1,254	-0,008	0,000
15	0,000	-0,377	1,241	1,296	-0,005	0,000
17	0,001	-0,364	1,243	1,254	-0,002	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 3- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,181	-0,249	0,480	0,876	0,204	-0,001
2	-0,014	-0,697	0,800	2,374	-0,028	0,000
5	0,011	-0,697	0,800	2,374	0,006	0,000
9	-0,176	-0,249	0,478	0,876	-0,197	0,001
13	-0,001	-0,606	0,810	2,089	-0,011	0,000
15	-0,001	-0,628	0,805	2,160	-0,009	0,000
17	0,000	-0,606	0,810	2,089	-0,006	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 4- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,208	0,212	0,664	-0,745	0,232	0,001
2	-0,013	0,593	1,272	-2,020	-0,010	0,000
5	0,015	0,593	1,272	-2,019	0,029	0,000
9	-0,211	0,212	0,666	-0,745	-0,238	-0,001
13	0,000	0,516	1,237	-1,777	0,004	0,000
15	0,001	0,534	1,243	-1,837	0,008	0,000
17	0,001	0,516	1,237	-1,777	0,010	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 5- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,093	0,353	0,445	-1,242	0,102	0,001
2	-0,005	0,988	0,840	-3,366	0,007	0,000
5	0,008	0,988	0,840	-3,366	0,025	0,000
9	-0,099	0,353	0,448	-1,242	-0,112	-0,001
13	0,000	0,859	0,800	-2,962	0,011	0,000
15	0,001	0,891	0,809	-3,062	0,013	0,000
17	0,001	0,859	0,801	-2,962	0,013	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 6- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,154	0,000	0,488	0,000	0,173	0,000
2	-0,011	0,000	0,864	0,000	-0,015	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 6- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
5	0,011	0,000	0,864	0,000	0,015	0,000
9	-0,154	0,000	0,488	0,000	-0,173	0,000
13	-0,001	0,000	0,853	0,000	-0,002	0,000
15	0,000	0,000	0,853	0,000	0,000	0,000
17	0,001	0,000	0,853	0,000	0,002	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 7- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,003	0,000	0,151	0,000	0,004	0,000
2	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
9	-0,003	0,000	0,151	0,000	-0,004	0,000
13	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 8- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,123	0,212	0,476	-0,745	0,137	0,001
2	-0,008	0,593	0,878	-2,020	-0,002	0,000
5	0,010	0,593	0,878	-2,019	0,021	0,000
9	-0,127	0,212	0,477	-0,745	-0,143	-0,001
13	0,000	0,516	0,849	-1,777	0,005	0,000
15	0,001	0,534	0,855	-1,837	0,008	0,000
17	0,001	0,516	0,849	-1,777	0,009	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,048	0,353	0,131	-1,242	-0,056	0,001
2	0,005	0,988	0,184	-3,366	0,020	0,000
5	-0,001	0,988	0,183	-3,366	0,012	0,000
9	0,042	0,353	0,134	-1,242	0,046	-0,002
13	0,001	0,859	0,154	-2,962	0,012	0,000
15	0,001	0,891	0,162	-3,062	0,013	0,000
17	0,000	0,859	0,154	-2,962	0,011	0,000

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

• **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

• **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidità degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

• **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- **VERIFICHE**

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

- **DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.**

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

TRAVI:

Area minima delle staffe pari a $1.5 \cdot b$ mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa $\geq 0,15\%$ della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$;

Barre longitudinali con diametro ≥ 12 mm;

Diametro staffe ≥ 6 mm e comunque $\geq 1/4$ del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

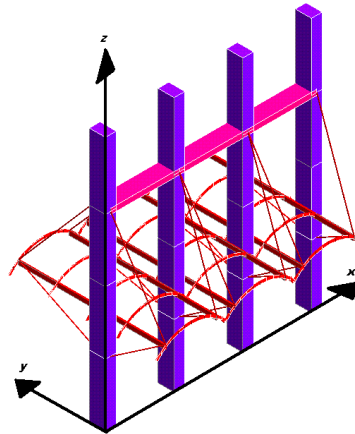
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

• SISTEMI DI RIFERIMENTO

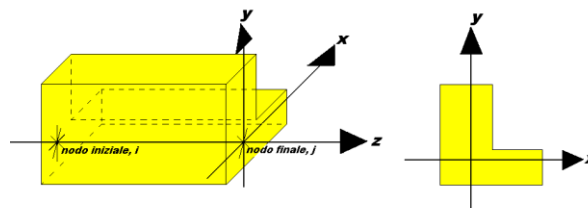
1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



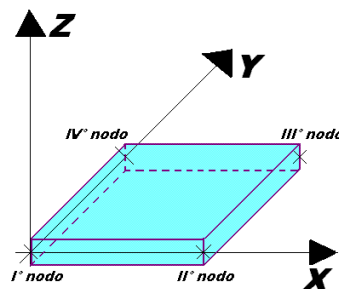
2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella caratteristiche statiche dei profili e caratteristiche materiali.

Sez.	: Numero d'archivio della sezione
U	: Perimetro bagnato per metro di sezione
P	: Peso per unità di lunghezza
A	: Area della sezione
A_x	: Area a taglio in direzione X
A_y	: Area a taglio in direzione Y
J_x	: Momento d'inerzia rispetto all'asse X
J_y	: Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
J_t	: Momento d'inerzia torsionale
W_x	: Modulo di resistenza a flessione, asse X
W_y	: Modulo di resistenza a flessione, asse Y
W_t	: Modulo di resistenza a torsione
i_x	: Raggio d'inerzia relativo all'asse X
i_y	: Raggio d'inerzia relativo all'asse Y
sver	: Coefficiente per verifica a svergolamento ($h/(b*t)$)
E	: Modulo di elasticità normale
G	: Modulo di elasticità tangenziale
lambda	: Valore massimo della snellezza
Tipo Acciaio	: Tipo di acciaio
Tipo verifica	: EvitaVerif : non esegue verifica NoVerCompr : verifica solo aste tese Completa : verifica completa
gamma	: peso specifico del materiale
Lungh/SpLim	: Rapporto fra la lunghezza dell'asta e lo spostamento limite
Tipo profilatura	: a freddo/a caldo (Dato valido solo per tipologie tubolari)
W_x Plast.	: Modulo di resistenza plastica in direzione X
W_y Plast.	: Modulo di resistenza plastica in direzione Y
W_t Plast.	: Modulo di resistenza plastica torsionale
A_x Plast.	: Area a taglio plastica direzione X
A_y Plast.	: Area a taglio plastica direzione Y
I_w	: Costante di ingobbamento (momento di inerzia settoriale)
Num.Rit.Tors	: Numero di ritegni torsionali

Per Norma 1996 valgono anche le seguenti sigle:

S_{amm}	: Tensione ammissibile
f_e	: Tipo di acciaio (1 = Fe360; 2 = Fe430; 3 = Fe510)
Ω	: Prospetto per i coefficienti Ω (1 = a; 2 = b; 3 = c; 4 = d – Per le sezioni in legno: 5 = latifoglie dure; 6=conifere)
Caric. extra	: Coefficiente per carico estradossato per la verifica allo svergolamento
E_{lim.}	: Eccentricità limite per evitare la verifica allo svergolamento
Coeff.'ni'	: Coefficiente "ni"

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

Crit.N.ro	: Numero indicativo del criterio di progetto
Elem.	: Tipo di elemento strutturale
%Rig.Tors.	: Percentuale di rigidità torsionale
Mod. E	: Modulo di elasticità normale
Poisson	: Coefficiente di Poisson
Sgmc	: Tensione massima di esercizio del calcestruzzo
tauc0	: Tensione tangenziale minima
tauc1	: Tensione tangenziale massima
Sgmf	: Tensione massima di esercizio dell'acciaio
Om.	: Coefficiente di omogeneizzazione
Gamma	: Peso specifico del materiale
Coprstaffa	: Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo
Fi min.	: Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali
Fi st.	: Diametro delle staffe
Lar. st.	: Larghezza massima delle staffe
Psc	: Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche
Pos.pol.	: Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali
D arm.	: Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali
Iteraz.	: Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali
Def. Tag.	: Deformabilità a taglio (si, no)
%Scorr.Staf.	: Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe
P.max staffe	: Passo massimo delle staffe
P.min.staffe	: Passo minimo delle staffe
tMt min.	: Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione
Ferri parete	: Presenza di ferri di parete a taglio
Ecc.lim.	: Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura
Tipo ver.	: Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)
Fl.rett.	: Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)
Den.X pos.	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.X neg.	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma negativo
Den.Y pos.	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.Y neg.	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma negativo
%Mag.car.	: Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
%Rid.Plas	: Rapporto tra i momenti sull'estremo della trave $M^*(ij)/M(ij)$, dove: - $M^*(ij)$ =Momento DOPO la redistribuzione plastica - $M(ij)$ =Momento PRIMA della redistribuzione plastica
Linear.	: Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta: 1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione 2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione. 3 = comportamento lineare solo a trazione. 4 = comportamento non lineare solo a trazione. 5 = comportamento lineare solo a compressione. 6 = comportamento non lineare solo a compressione.
Appesi	: Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
Min. T/sigma	: Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
Verif.Alette	: Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
Kwinkl.	: Costante di sottofondo del terreno

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le verifiche agli stati limite.

Cri.Nro	: Numero identificativo del criterio di progetto
Tipo Elem.	: Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro, setto, setto elastico ("SHela")
fck	: Resistenza caratteristica del calcestruzzo
fcd	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo
rcd	: Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)
fyk	: Resistenza caratteristica dell'acciaio
fyd	: Resistenza di calcolo dell'acciaio
Ey	: Modulo elastico dell'acciaio
ec0	: Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico
ecu	: Deformazione ultima del calcestruzzo
eyu	: Deformazione ultima dell'acciaio
Ac/At	: Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa
Mt/Mtu	: Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione
Wra	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare
Wfr	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti
Wpe	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti
σ Rara	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare
σ Perm	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti
σ_f Rara	: Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare
SpRar	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare
SpPer	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti
Coef.Visc.:	: Coefficiente di viscosità

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella coordinate nodi.

Nodo3d	: <i>Numero del nodo spaziale</i>
Coord.X	: <i>Coordinata X del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Y	: <i>Coordinata Y del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Coord.Z	: <i>Coordinata Z del punto nel sistema di riferimento globale</i>
Filo	: <i>Numero del filo per individuare le travate in c.a.</i>
Piano Sism.	: <i>Numero del piano rigido di appartenenza del nodo</i>
Peso	: <i>Peso sismico del nodo; ogni canale di carico è stato moltiplicato per il proprio coefficiente di riduzione del sovraccarico</i>

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella dati di asta spaziale.

Asta3d	: Numero dell'asta spaziale
Filo in.	: Numero del filo del nodo iniziale
Filo fin.	: Numero del filo del nodo finale
Q. iniz.	: Quota del nodo iniziale
Q. fin.	: Quota del nodo finale
Nod3d iniz.	: Numero del nodo iniziale
Nod3d fin.	: Numero del nodo finale
Cr. Pr.	: Numero del criterio di progetto per la verifica
Sez. N.ro	: Numero in archivio della sezione
Base x Alt	: Per le sezioni rettangolari base ed altezza; per le altre tipologie ingombro massimo della sezione
Magr.	: Dimensione del magrone per sezioni di fondazione
Rot.	: Angolo di rotazione della sezione
dx	: Scostamento in direzione X globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dy	: Scostamento in direzione Y globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dz	: Scostamento in direzione Z globale dell'estremo iniziale dell'asta dal nodo iniziale
dx	: Scostamento in direzione X globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
dy	: Scostamento in direzione Y globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
dz	: Scostamento in direzione Z globale dell'estremo finale dell'asta dal nodo finale
Cri Geo	: Criterio geotecnico
Tipo Elemento	: Tipo elemento ai fini sismici: Le sigle sotto riportate hanno il significato appresso specificato: - "Secondario NTC18": si intende un elemento asta secondario ai sensi della NTC2018, che non viene inserito nel modello sismico ed a cui vengono applicate le verifiche di duttilità. - "NoGerarchia": si intende un elemento asta non appartenente ad un meccanismo dissipativo e in cui non è applicabile la gerarchia delle resistenze (esempio aste meshate interne a pareti o piastre o travi inclinate)

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella vincoli nodali esterni:

- **Nodo3d** : Numero del nodo spaziale
- **Codice** : Codice esplicito per la determinazione del vincolo:

I = incastro
C = cerniera completa
W = *Winkler*
E = esplicito
P = plinto
U = Vincolo unilatero

- **Tx** : Rigidezza traslante in direzione X sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Ty** : Rigidezza traslante in direzione Y sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Tz** : Rigidezza traslante in direzione Z sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Rx** : Rigidezza rotazionale in direzione X sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Ry** : Rigidezza rotazionale in direzione Y sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)
- **Rz** : Rigidezza rotazionale in direzione Z sul sistema di riferimento locale del vincolo (-1 spostamento impedito)

SCOSTAMENTO PER I VINCOLI ELASTICI

- **Tr. X**: Scostamento in direzione X globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Tr. Y**: Scostamento in direzione Y globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Tr. Z**: Scostamento in direzione Z globale del sistema di riferimento locale del vincolo
- **Azim**: Angolo formato fra la proiezione dell'asse Z locale sul piano XY e l'asse X globale (azimut)
- **CoZe**: Angolo formato fra l'asse Z locale e l'asse Z globale (complemento allo zenit)
- **Ass.** : Rotazione attorno dell'asse Z locale del sistema di riferimento locale

ATTRIBUTO DI VERSO PER I VINCOLI UNILATERI

- **Tr. X** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione X
- **Tr. Y** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione Y
- **Tr. Z** : Attributo sul verso dello spostamento impedito dal vincolo unilatero lungo la direzione Z
- **Rot.X** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore X
- **Rot.Y** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore Y
- **Rot.Z** : Attributo sul verso della rotazione impedita dal vincolo unilatero lungo l'asse vettore Z

Gli attributi sul verso degli spostamenti e delle rotazioni possono assumere i seguenti valori:

1 = Impedisce gli spostamenti sia positivi che negativi
3 = Impedisce solo gli spostamenti positivi
5 = Impedisce solo gli spostamenti negativi

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle carichi termici aste, carichi distribuiti aste, carichi concentrati, carichi termici shell e carichi shell.

CARICHI ASTE

- **Asta3d** : Numero dell'asta spaziale
- **Dt** : Delta termico costante
- **ALL.SISMICA** : Coefficiente di riduzione del sovraccarico per la condizione in stampa ai fini del calcolo della massa sismica
- **Riferimento** : Sistema di riferimento dei carichi (0 globale ; 1 locale)
- **Qx** : Carico distribuito in direzione X sul nodo iniziale
- **Qy** : Carico distribuito in direzione Y sul nodo iniziale
- **Qz** : Carico distribuito in direzione Z sul nodo iniziale
- **Qx** : Carico distribuito in direzione X sul nodo finale
- **Qy** : Carico distribuito in direzione Y sul nodo finale
- **Qz** : Carico distribuito in direzione Z sul nodo finale
- **Mt** : Momento torcente distribuito

CARICHI CONCENTRATI

- **Nodo3d** : Numero del nodo spaziale
- **Fx** : Forza in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **Fy** : Forza in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Fz** : Forza in direzione Z nel sistema di riferimento globale
- **Mx** : Momento in direzione X nel sistema di riferimento globale
- **My** : Momento in direzione Y nel sistema di riferimento globale
- **Mz** : Momento in direzione Z nel sistema di riferimento globale

CARICHI SHELL

- **Shell** : Numero dello shell spaziale
- **Dt** : Delta termico costante
- **Riferimento** : Sistema di riferimento delle pressioni e dei carichi distribuiti; verticale è la direzione dell'asse Z del sistema di riferimento globale, normale è la direzione ortogonale all'elemento per le pressioni e ortogonale al lato per i carichi distribuiti. Codici:

- 0 = pressione verticale e carico normale
- 1 = pressione normale e carico verticale
- 2 = pressione normale e carico normale
- 3 = pressione verticale e carico verticale

- **P.a** : Pressione sul primo vertice dello shell
- **P.b** : Pressione sul secondo vertice dello shell
- **P.c** : Pressione sul terzo vertice dello shell
- **P.d** : Pressione sul quarto vertice dello shell
- **Q.ab** : Carico distribuito sul lato ab
- **Q.bc** : Carico distribuito sul lato bc
- **Q.cd** : Carico distribuito sul lato cd
- **Q.da** : Carico distribuito sul lato da

CARICHI RIPARTITORI SHELL

- **Shell** : Numero dello shell spaziale
- **Riferimento** : Sistema di riferimento delle forze concentrate agenti sulla impronta di carico. La forza Fz e' comunque sempre rivolta lungo l'asse Z globale (direzione verticale). Codici:

0 = Sistema di Riferimento locale dello shell

1 = Sistema di Riferimento globale

- **F_x** : Forza complessiva sulla impronta di dir.X (loc/glob)
- **F_y** : Forza complessiva sulla impronta di dir.Y (loc/glob)
- **F_z** : Forza complessiva sulla impronta di dir.Z (glob)

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

TUBI A SEZIONE RETTANGOLARE					
Sez. N.ro	Descrizione	h mm	b mm	s mm	Mat. N.ro
945	TQ	140,0	100,0	3,5	1

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

SEZIONE GENERICA			SEZIONE GENERICA		
Sez. N.ro	Descrizione	Mat. N.ro	Sez. N.ro	Descrizione	Mat. N.ro
943	O225*111.5*50*5	1			

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

CARATTERISTICHE STATICHE DEI PROFILI

Sez. N.ro	U m2/m	P kg/m	A cmq	Ax cmq	Ay cmq	Jx cm4	Jy cm4	Jt cm4	Wx cm3	Wy cm3	Wt cm3	ix cm	iy cm	sver 1/cm
943	1,30	27,8	35,47	35,47	35,47	2336,8	1079,1	3,0	200,83	103,56	30,00	8,12	5,52	0,00
945	0,46	12,7	16,20	6,16	8,23	458,3	272,6	524,4	65,48	54,52	92,16	5,32	4,10	0,00

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO / LEGNO / PREFABBRICATE

DATI PER VERIFICHE EUROCODICE

Sez. N.ro	Descrizione	Wx Plastico cm3	Wy Plastico cm3	Wt Plastico cm3	Ax Plastico cm2	Ay Plastico cm2	lw cm6
943	O225*111.5*50*5	200,83	103,56	30,00	35,47	35,47	0,0
945	TQ	78,00	61,90	92,16	6,75	9,45	0,0

ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO

CARATTERISTICHE MATERIALE

Mat. N.ro	E kg/cmq	G kg/cmq	lambda max	Tipo Acciaio	Verifica	Gamma kg/mc	Lung/ SpLim	Tipo Profilat.
1	2100000	850000	200,0	S420N/NL	Completa	7850	250	a Freddo

CRITERI DI PROGETTO

IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE						DURABILITA'				CARATTER. COSTRUTTIVE				FLAG		
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless.	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. El kg/cmq	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li n.	App esi
1	ELEV.	10	100	C20/25	B450C	299619	0,20	2500	ORDIN. XO	POCO SENS.	0,00	2,0	3,6	16	8	60	0	0
3	PILAS	10	100	C20/25	B450C	299619	0,20	2500	ORDIN. XO	POCO SENS.	0,00	2,0	3,6	16	8	50	0	0

CRITERI DI PROGETTO

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar	σcPer	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	200,0	113,0	113,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	120,0	90,0	3600				2,0	0,08	
3	PILAS	200,0	113,0	113,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	120,0	90,0	3600				2,0	0,08	

DATI GENERALI DI STRUTTURA

DATI GENERALI DI STRUTTURA

Massima dimens. dir. X (m)	41,40	Altezza edificio (m)	2,64
Massima dimens. dir. Y (m)	0,00	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	12,67021	Latitudine Nord (Grd)	37,99718
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Acciaio	Sistema Costruttivo Dir.2	Acciaio
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	120,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,24
Fo	2,50	Fv	0,66
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,41	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			

Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Periodo T'c (sec.)	0,28
Fo	2,49	Fv	0,73
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,45	Periodo TD (sec.)	1,79
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,67	Fv	1,13
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	1,99
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	2475,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,70	Fv	1,18
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,02
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 1			
Classe Duttilita' AlfaU/Alfa1	NON dissip. 1,30	Sotto-Sistema Strutturale Fattore di comportam 'q'	Intelaiat 1,00
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 2			
Classe Duttilita' AlfaU/Alfa1	NON dissip. 1,30	Sotto-Sistema Strutturale Fattore di comportam 'q'	Intelaiat 1,00
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif.Instabilita' acciaio:	1,05
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondam.:	1,30
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

COORDINATE DEI NODI

IDENT. Nodo3d N.ro	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		PESO SISMICO		
	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.	Dir. X (t)	Dir. Y (t)	Dir. Z (t)
1	0,00	0,00	-0,40	1	0	0,00	0,00	0,00
2	6,90	0,00	-0,40	2	0	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	2,24	1	0	0,11	0,11	0,11
4	6,90	0,00	2,24	2	0	0,19	0,19	0,19
5	34,50	0,00	-0,40	3	0	0,00	0,00	0,00
6	34,50	0,00	2,24	3	0	0,19	0,19	0,19
7	34,50	0,00	0,00	3	0	0,01	0,01	0,01
8	34,50	0,00	0,50	3	0	0,03	0,03	0,03
9	41,40	0,00	-0,40	4	0	0,00	0,00	0,00
10	41,40	0,00	2,24	4	0	0,11	0,11	0,11
11	41,40	0,00	0,00	4	0	0,01	0,01	0,01
12	41,40	0,00	0,50	4	0	0,03	0,03	0,03
13	13,80	0,00	-0,40	60	0	0,00	0,00	0,00
14	13,80	0,00	2,24	60	0	0,19	0,19	0,19
15	20,70	0,00	-0,40	61	0	0,00	0,00	0,00
16	20,70	0,00	2,24	61	0	0,19	0,19	0,19
17	27,60	0,00	-0,40	62	0	0,00	0,00	0,00
18	27,60	0,00	2,24	62	0	0,19	0,19	0,19
19	0,00	0,00	0,00	1	0	0,01	0,01	0,01
20	6,90	0,00	0,00	2	0	0,01	0,01	0,01
21	0,00	0,00	0,50	1	0	0,03	0,03	0,03
22	6,90	0,00	0,50	2	0	0,03	0,03	0,03
23	13,80	0,00	0,00	60	0	0,01	0,01	0,01
24	13,80	0,00	0,50	60	0	0,03	0,03	0,03

COORDINATE DEI NODI								
IDENT.	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		PESO SISMICO		
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.	Dir. X (t)	Dir. Y (t)	Dir. Z (t)
25	20,70	0,00	0,00	61	0	0,01	0,01	0,01
26	20,70	0,00	0,50	61	0	0,03	0,03	0,03
27	27,60	0,00	0,00	62	0	0,01	0,01	0,01
28	27,60	0,00	0,50	62	0	0,03	0,03	0,03

DATI ASTE SPAZIALI																			
IDENTIFICAZIONE								GEOMETRIA					SCOST. INIZIALI			SCOST. FINALI			Tipo Elemento ai fini sism.
Asta3d N.ro	Filo in.	Filo fin.	Q.iniz (m)	Q.fin. (m)	Nod3d iniz.	Nod3d fin.	Cr. Pr.	Sez. N.ro	Sigla Sezione	Magr. (cm)	Rot. Grd.	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)	Cri Geo	
1	1	1	2,24	0,50	3	21	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
2	2	2	2,24	0,50	4	22	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
3	62	62	2,24	0,50	18	28	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
4	60	60	2,24	0,50	14	24	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
5	61	61	2,24	0,50	16	26	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
6	3	3	0,00	-0,40	7	5	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
7	3	3	0,50	0,00	8	7	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
8	3	3	2,24	0,50	6	8	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
9	4	4	0,00	-0,40	11	9	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
10	4	4	0,50	0,00	12	11	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
11	4	4	2,24	0,50	10	12	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
12	1	2	2,24	2,24	3	4	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
13	2	60	2,24	2,24	4	14	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
14	60	61	2,24	2,24	14	16	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
15	61	62	2,24	2,24	16	18	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
16	62	3	2,24	2,24	18	6	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
17	3	4	2,24	2,24	6	10	1	945	TQ	0	45	0	0	0	0	0	0		Trave telaio
18	1	1	0,00	-0,40	19	1	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
19	1	1	0,50	0,00	21	19	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
20	2	2	0,00	-0,40	20	2	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
21	2	2	0,50	0,00	22	20	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
22	60	60	0,00	-0,40	23	13	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
23	60	60	0,50	0,00	24	23	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
24	61	61	0,00	-0,40	25	15	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
25	61	61	0,50	0,00	26	25	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
26	62	62	0,00	-0,40	27	17	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr
27	62	62	0,50	0,00	28	27	3	943	O225*111.5*50*5	0	0	0	0	0	0	0	0		Pilastr

VINCOLI E CEDIMENTI NODALI																				
IDENTIFIC.		RIGIDENZE TRASLANTI			RIGIDENZE ROTAZIONALI			SCOSTAMENTI					VERSO SPOSTAMENTI UNILATERI							
Nodo3d N.ro	Cod ice	Tx t/m	Ty t/m	Tz t/m	Rx t*m	Ry t*m	Rz t*m	Tr.X cm	Tr.Y cm	Tr.Z cm	Azim Grd	CoZe Grd	Ass. Grd	Tr.X	Tr.Y	Tr.Z	RotX	RotY	RotZ	
1	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
2	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
5	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
9	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
13	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
15	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
17	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2					ALIQUOTA SISMICA: 100				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00
13	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00
14	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00
15	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00
16	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00
17	0	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00
13	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00
14	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00
15	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00
16	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
17	0	0,000	0,060	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 4					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
13	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
14	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
15	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
16	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00
17	0	0,000	-0,085	0,000	0,000	-0,085	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
13	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
14	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
15	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
16	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00
17	0	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,063	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 6					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
12	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
13	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
14	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
15	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
16	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00
17	0	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,000	-0,084	0,000	0,00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.									
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Carichi permanenti	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Vento orizz. downfor	0,00	0,90	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	0,00	0,00	0,90	1,50
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	0,90	1,50
Neve	1,50	1,50	0,75	1,50	0,75	1,50	0,75	1,50	0,75

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.							
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vento orizz. downfor	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00
Neve	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.				
DESCRIZIONI	1	2	3	4
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti	1,00	1,00	1,00	1,00
Vento orizz. downfor	0,00	0,20	0,00	0,00
Vento orizz uplift	0,00	0,00	0,20	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4
Vento vert uplift	0,00	0,00	0,00	0,20
Neve	0,20	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Carichi permanenti	1,00
Vento orizz. downfor	0,00
Vento orizz uplift	0,00
Vento vert uplift	0,00
Neve	0,00

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA TRAVI**

Tratto	: Le aste adiacenti a setti e piastre vengono suddivise in sottoelementi per garantire la congruenza. Il numero di "TRATTO" identifica la posizione sequenziale del sottoelemento attuale a partire dall'estremo iniziale
Filo in.	: Filo iniziale
Filo fin.	: Filo finale

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun estremo dell'asta:

Alt.	: Altezza dell'estremità dell'asta dallo spiccato di fondazione
Tx	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta (principale d'inerzia)
Ty	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
N	: Sforzo assiale
Mx	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta
My	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
Mt	: Momento torcente dell'asta (agente con asse vettore parallelo all'asse 'Z' locale)

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL**

SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE (s.r.l.): Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è così definito:

Origine	: I° punto di inserimento dello shell
Asse 1	: Asse X nel s.r.l., definito dal punto origine e dal II° punto di inserimento, nel verso di quest'ultimo
Piano12	: Piano XY nel s.r.l., definito dai punti origine, II° e III° di inserimento
Asse 2	: Asse Y nel s.r.l., ottenuto nel piano 12 con una rotazione antioraria di 90° dell'asse X intorno al punto origine, in modo che l'asse I-II si sovrapponga all'asse I-III con un angolo < 180°
Asse 3	: Asse Z nel s.r.l., ortogonale al piano 12, in modo da formare una terna destra con gli assi 1 e 2

Le tensioni di lastra (S) sono costanti lungo lo spessore. Le tensioni di piastra (M) variano linearmente lungo lo spessore, annullandosi in corrispondenza del piano medio (diagramma emisimmetrico o "a farfalla"). I valori del tensore degli sforzi sono riferiti alla faccia positiva (superiore nel s.r.l.) di normale 3 (esempio: Xij tensione X agente sulla faccia di normale i e diretta lungo j).

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun nodo dell'elemento bidimensionale:

Shell Nro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono riferite le tensioni S di lastra e M piastra
S11	: tensione normale di lastra
S22	: tensione normale di lastra
S12	: tensione tangenziale di lastra (S12 = S21)
M11	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M22	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M12	: tensione tangenziale di piastra sulla faccia positiva

Tabulato di stampa dei carichi nodali equivalenti applicati nei nodi degli shell.

Shell Nro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono i carichi nodali degli shell
Tx	: Forza nodale in direzione X del sistema di riferimento locale
Ty	: Forza nodale in direzione Y del sistema di riferimento locale
Tz	: Forza nodale in direzione Z del sistema di riferimento locale
Mx	: Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse X del sistema di riferimento locale

My : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Y del sistema di riferimento locale*

Mz : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Z del sistema di riferimento locale*

• VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO / LEGNO

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in acciaio e di verifica aste in legno.

Fili N.ro	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla terza quello del nodo finale
Quota	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla terza quota del nodo finale
Tratto	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
Cmb N.r	: Numero della combinazione per la quale si \dot{S} avuta la condizione più gravosa (rapporto di verifica massimo). La combinazione 0, se presente, si riferisce alle verifiche delle aste in legno, costruita con la sola presenza dei carichi permanenti ($1.3 \cdot G1 + 1.5 \cdot G2$). Seguono le caratteristiche associate alla combinazione:
N Sd	: Sforzo normale di calcolo
MxSd	: Momento flettente di calcolo asse vettore X locale
MySd	: Momento flettente di calcolo asse vettore Y locale
VxSd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse X locale
VySd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse Y locale
T Sd	: Torsione di calcolo
N Rd	: Sforzo normale resistente ridotto per presenza dell'azione tagliante
MxV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore X locale ridotto per presenza di azione tagliante. Per le sezioni di classe 3 è sempre il momento limite elastico, per quelle di classe 1 e 2 è il momento plastico. Se inoltre la tipologia della sezione è doppio T, tubo tondo, tubo rettangolare e piatto, il momento è ridotto dall'eventuale presenza dello sforzo normale
MyV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore Y locale ridotto per presenza di azione tagliante. Vale quanto riportato per il dato precedente
VxplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
VyplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
T Rd	: Torsione resistente
fy rid	: Resistenza di calcolo del materiale ridotta per presenza dell'azione tagliante
Rap %	: Rapporto di verifica moltiplicato per 100. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100. La formula utilizzata in verifica è la n.ro 6.41 di EC3. Tale formula nel caso di sezione a doppio T coincide con le formule del DM 2008 n.ro 4.2.39 e del DM 2018 n.ro 4.2.39.
Sez.N	: Numero di archivio della sezione
Ac	: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici. Sostituisce il dato 'Sez.N.' se l'incremento dei carichi statici è maggiore di 1
Qn	: Carico distribuito normale all'asse della trave in kg/m, incluso il peso proprio
Asta	: Numerazione dell'asta

Per le strutture dissipative, nei pilastri, sono stati tenuti in conto i fattori di sovraresistenza riportati nella Tab. 7.5.I delle NTC 2008 e par 7.5.1 delle NTC2018

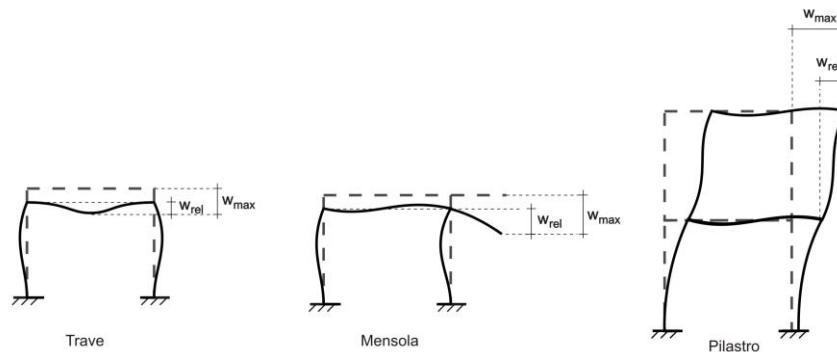
L'ultima riga delle quattro relative a ciascuna asta, si riferisce ai valori utili ad effettuare le verifiche di instabilità:

l	: Lunghezza della trave
$\beta \cdot l$: Lunghezza libera di inflessione
clas.	: Classe di verifica della trave
ϵ	: $(235/f_y)^{(1/2)}$. Se il valore ϵ è maggiore di 1 significa che il programma ha classificato la sezione, originariamente di classe 4, come sezione di classe 3 secondo il comma (9) del punto 5.5.2 dell'EC3 in base alla tensione di compressione massima. Per tali aste non sono state effettuate le verifiche di instabilità come previsto nel comma (10) dell'EC3 (vedi anche pto C4.2.3.1).

Lmd	: Snellezza lambda
R%pf	: Rapporto di verifica per l'instabilità alla presso-flessione moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.32]. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100
R%ft	: Rapporto di verifica per l'instabilità flessio-torsionale moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.36]
Wmax	: Spostamento massimo
Wrel	: Spostamento relativo, depurato dalla traslazione rigida dei nodi
Wlim	: Spostamento limite

Gli spostamenti Wmax e Wrel, essendo legati alle verifiche di esercizio, sono calcolati combinando i canali di carico con i coefficienti delle matrici SLE.

Per una più agevole comprensione del significato dei dati Wmax e Wrel, si può fare riferimento alla figura seguente:



Quindi ai fini della verifica è sufficiente che risulti $W_{rel} \leq W_{lim}$, essendo del tutto normale che l'asta possa risultare verificata anche con $W_{max} > W_{lim}$.

Se:

Rap %	: 111 La sezione non verifica per taglio elevato
Rap %	: 444 Sezione non verificata in automatico perché di classe 4

Per le sezioni in legno vengono modificate le seguenti colonne:

N Rd → σ_n	: Tensione normale dovuta a sforzo normale
MxV.Rd → σM_x	: Tensione normale dovuta a momento M_x
MyV.Rd → σM_y	: Tensione normale dovuta a momento M_y
VxplRd → τ_x	: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_x
VyplRd → τ_y	: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_y
T Rd → τM_t	: Tensione tangenziale da momento torcente
fy rid → Rapp. Fless	: Rapporto di verifica per la flessione composta secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.6a], [4.4.6b], [4.4.7a], [4.4.7b]. Viene riportato il valore più alto fra tutte le varie combinazioni e si intende verificato, come tutti gli altri rapporti, se il valore è minore di uno
Rap % → Rapp.Taglio	: Rapporto di verifica per il taglio o la torsione secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.8], [4.4.9] avendo sovrapposto gli effetti con la [4.4.10] nel caso di taglio e torsione agenti contemporaneamente
clas. → KcC	: Coefficiente di instabilità di colonna ($K_{crit,c}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.15]
lmd → KcM	: Coefficiente di instabilità di trave ($K_{crit,m}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.12]
R%pf → Rx	: Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente K_m è applicato al termine del momento Y
R%ft → Ry	: Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente

Km è applicato al termine del momento X

Gli spostamenti W_{max} e W_{rel} sono calcolati secondo le formule [2.2] e [2.3] dell'Eurocodice 5. In particolare si sommano gli spostamenti istantanei delle combinazioni SLE Rare con quelli a tempo infinito delle combinazioni SLE Quasi Permanenti. Quindi indicando con U^P gli spostamenti istantanei dei carichi permanenti e con U^Q quelli dei carichi variabili lo spostamento finale vale:

$$U_{fin} = U^P + K_{def} * U^P + U^Q + K_{def} * \phi_2 * U^Q$$

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpIRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-82	897	70	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 14	Wmax/rel/lim=	0,1	0,1	1,6	mm	
Sez.N. 943	1	0,50	5		-364	-638	27	111	-355	1	141897	8033	4142	81928	81928	693	4000	9
O225*111.5	qn=	0	9		-59	-726	34	-73	-350	1	141897	8033	4142	81928	81928	693	4000	10
Asta: 19	1	0,00	9		-68	-814	52	-73	-350	1	141897	8033	4142	81928	81928	693	4000	11
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-68	744	38	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	0,5	0,4	2,0	mm	
Sez.N. 943	2	0,00	5		-778	-2187	53	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	29
O225*111.5	qn=	0	5		-785	-2386	60	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	32
Asta: 20	2	-0,40	5		-792	-2584	66	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	34
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-792	2425	61	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 35	Wmax/rel/lim=	0,3	0,3	1,6	mm	
Sez.N. 943	2	0,50	5		-760	-1692	36	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	22
O225*111.5	qn=	0	5		-769	-1940	44	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	26
Asta: 21	2	0,00	5		-778	-2187	53	-34	-991	0	141889	8033	4142	81928	81928	693	4000	29
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-778	1989	46	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 29	Wmax/rel/lim=	1,3	1,0	2,0	mm	
Sez.N. 943	60	0,00	5		-737	-1924	44	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	26
O225*111.5	qn=	0	5		-744	-2096	49	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	28
Asta: 22	60	-0,40	5		-752	-2267	53	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	30
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-752	2130	49	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 31	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 943	60	0,50	5		-719	-1496	32	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	20
O225*111.5	qn=	0	5		-728	-1710	38	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	23
Asta: 23	60	0,00	5		-737	-1924	44	-24	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	26
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-737	1753	39	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 26	Wmax/rel/lim=	1,1	0,9	2,0	mm	
Sez.N. 943	61	0,00	5		-747	-1996	43	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	26
O225*111.5	qn=	0	5		-754	-2175	47	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	29
Asta: 24	61	-0,40	5		-761	-2353	52	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	31
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-761	2211	48	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 32	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 943	61	0,50	5		-729	-1550	31	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	21
O225*111.5	qn=	0	5		-738	-1773	37	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	23
Asta: 25	61	0,00	5		-747	-1996	43	-23	-892	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	26
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-747	1818	38	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 27	Wmax/rel/lim=	1,1	0,9	2,0	mm	
Sez.N. 943	62	0,00	5		-737	-1924	40	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	25
O225*111.5	qn=	0	5		-744	-2096	44	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	28
Asta: 26	62	-0,40	5		-752	-2267	48	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	30
Instab.:l=	40,0	$\beta^*l=$	28,0		-105	2130	48	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 5	Rpf= 0	Rft= 31	Wmax/rel/lim=	0,2	0,2	1,6	mm	
Sez.N. 943	62	0,50	5		-719	-1496	29	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	20
O225*111.5	qn=	0	5		-728	-1710	34	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	23
Asta: 27	62	0,00	5		-737	-1924	40	-21	-856	0	141892	8033	4142	81928	81928	693	4000	25
Instab.:l=	50,0	$\beta^*l=$	35,0		-91	1753	38	cl= 3	$\epsilon=$ 0,75	lmd= 6	Rpf= 0	Rft= 26	Wmax/rel/lim=	1,1	0,9	2,0	mm	

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,311	0,000	0,629	0,000	0,262	0,000
2	-0,023	0,000	1,208	0,000	-0,028	0,000
5	0,023	0,000	1,208	0,000	0,028	0,000
9	-0,311	0,000	0,629	0,000	-0,262	0,000
13	-0,003	0,000	1,193	0,000	-0,006	0,000
15	0,000	0,000	1,193	0,000	0,000	0,000
17	0,003	0,000	1,193	0,000	0,006	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,340	-0,149	0,638	0,404	0,287	-0,001
2	-0,027	-0,419	1,198	1,094	-0,037	0,000
5	0,024	-0,419	1,198	1,094	0,024	0,000
9	-0,337	-0,149	0,637	0,404	-0,283	0,001
13	-0,004	-0,362	1,195	0,960	-0,012	0,000
15	-0,001	-0,378	1,192	0,996	-0,005	0,000
17	0,003	-0,363	1,195	0,960	0,002	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 3- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,236	-0,248	0,432	0,674	0,200	-0,001
2	-0,019	-0,699	0,750	1,823	-0,032	0,000
5	0,016	-0,699	0,750	1,823	0,010	0,000
9	-0,230	-0,248	0,430	0,674	-0,192	0,001
13	-0,003	-0,604	0,763	1,599	-0,013	0,000
15	-0,001	-0,630	0,757	1,660	-0,009	0,000
17	0,002	-0,604	0,763	1,599	-0,003	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 4- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,271	0,211	0,616	-0,573	0,227	0,001
2	-0,019	0,595	1,223	-1,551	-0,015	0,000
5	0,022	0,595	1,223	-1,551	0,034	0,000
9	-0,276	0,211	0,618	-0,573	-0,234	-0,001
13	-0,002	0,514	1,189	-1,360	0,001	0,000
15	0,001	0,536	1,195	-1,412	0,008	0,000
17	0,003	0,514	1,189	-1,360	0,013	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 5- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,121	0,351	0,397	-0,955	0,100	0,001
2	-0,007	0,991	0,792	-2,585	0,005	0,000
5	0,012	0,991	0,792	-2,584	0,027	0,000
9	-0,129	0,351	0,399	-0,955	-0,111	-0,001
13	0,000	0,856	0,752	-2,267	0,009	0,000
15	0,001	0,893	0,761	-2,354	0,013	0,000
17	0,002	0,856	0,752	-2,267	0,014	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 6- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,201	0,000	0,440	0,000	0,170	0,000
2	-0,015	0,000	0,815	0,000	-0,018	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 6- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
5	0,015	0,000	0,815	0,000	0,018	0,000
9	-0,201	0,000	0,440	0,000	-0,170	0,000
13	-0,002	0,000	0,805	0,000	-0,004	0,000
15	0,000	0,000	0,805	0,000	0,000	0,000
17	0,002	0,000	0,805	0,000	0,004	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 7- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,004	0,000	0,103	0,000	0,004	0,000
2	0,000	0,000	0,112	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,112	0,000	0,000	0,000
9	-0,004	0,000	0,103	0,000	-0,004	0,000
13	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 8- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,161	0,211	0,428	-0,573	0,134	0,001
2	-0,011	0,595	0,830	-1,551	-0,005	0,000
5	0,014	0,595	0,829	-1,551	0,024	0,000
9	-0,166	0,211	0,429	-0,573	-0,141	-0,001
13	-0,001	0,514	0,801	-1,360	0,004	0,000
15	0,001	0,536	0,807	-1,412	0,008	0,000
17	0,002	0,514	0,801	-1,360	0,010	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,063	0,351	0,082	-0,955	-0,055	0,001
2	0,007	0,991	0,136	-2,584	0,021	0,000
5	-0,002	0,991	0,136	-2,585	0,011	0,000
9	0,055	0,351	0,085	-0,955	0,044	-0,001
13	0,001	0,856	0,105	-2,267	0,013	0,000
15	0,001	0,893	0,114	-2,354	0,013	0,000
17	0,000	0,856	0,105	-2,267	0,010	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,005	0,101	0,866	-0,117	0,005	-0,001
2	0,013	0,007	0,822	-0,029	0,007	-0,001
9	-0,001	-0,038	1,956	0,124	0,000	0,000
10	-0,004	-0,105	2,060	0,154	-0,004	0,000
21	0,000	0,100	1,771	-0,084	0,000	0,000
22	0,000	-0,032	1,687	0,026	0,000	0,000
29	0,001	-0,038	1,956	0,124	0,000	0,000
30	0,015	-0,105	2,055	0,154	0,015	0,000
41	-0,005	0,101	0,866	-0,117	-0,004	0,001
42	-0,025	0,007	0,827	-0,029	0,004	0,001

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,006	-0,196	0,672	0,315	0,004	-0,001
2	0,019	-0,122	0,981	0,210	0,011	-0,001
9	-0,001	-0,690	1,600	1,073	0,000	0,000
10	-0,005	-0,392	2,461	0,683	-0,005	0,000
21	0,000	-0,529	1,392	0,831	0,000	0,000
22	0,000	-0,307	2,048	0,533	0,000	0,000
29	0,001	-0,689	1,600	1,072	0,000	0,000
30	0,016	-0,392	2,455	0,682	0,015	0,000
41	-0,005	-0,196	0,672	0,315	-0,004	0,001
42	-0,030	-0,123	0,986	0,211	0,001	0,002

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 3- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,004	-0,432	0,274	0,646	0,001	0,000
2	0,017	-0,211	0,856	0,380	0,010	0,000
9	-0,001	-1,115	0,699	1,662	0,000	0,000
10	-0,004	-0,542	2,054	0,975	-0,004	0,000
21	0,000	-0,988	0,541	1,472	0,000	0,000
22	0,000	-0,475	1,732	0,859	0,000	0,000
29	0,001	-1,114	0,699	1,661	0,001	0,000
30	0,015	-0,542	2,049	0,974	0,014	0,000
41	-0,004	-0,432	0,273	0,646	-0,001	0,000
42	-0,028	-0,212	0,861	0,381	0,001	0,002

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 4- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,004	0,549	1,156	-0,768	0,006	-0,002
2	0,005	0,202	0,584	-0,389	0,001	-0,002
9	0,000	0,942	2,491	-1,302	0,001	0,000
10	-0,002	0,328	1,458	-0,640	-0,003	0,000
21	0,000	1,046	2,343	-1,461	0,000	0,000
22	0,000	0,382	1,144	-0,737	0,000	0,000
29	0,000	0,942	2,491	-1,302	-0,001	0,000
30	0,015	0,328	1,454	-0,640	0,014	0,000
41	-0,004	0,549	1,157	-0,768	-0,006	0,002
42	-0,018	0,202	0,588	-0,390	0,008	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 5- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,001	0,811	1,080	-1,159	0,004	-0,003
2	-0,006	0,330	0,195	-0,618	-0,006	-0,002
9	0,000	1,605	2,184	-2,296	0,001	0,000
10	0,000	0,659	0,383	-1,230	0,000	0,000
21	0,000	1,638	2,127	-2,347	0,000	0,000
22	0,000	0,673	0,226	-1,259	0,000	0,000
29	-0,001	1,604	2,184	-2,295	-0,002	0,000
30	0,014	0,658	0,380	-1,230	0,013	0,000
41	-0,002	0,811	1,081	-1,159	-0,005	0,003
42	-0,007	0,330	0,199	-0,620	0,013	-0,001

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 6- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,009	0,174	1,395	-0,201	0,009	-0,002
2	0,025	0,012	1,274	-0,050	0,013	-0,002
9	-0,001	-0,057	3,257	0,209	0,001	0,000
10	-0,007	-0,187	3,380	0,272	-0,007	0,000
21	0,000	0,177	2,942	-0,146	0,000	0,000
22	0,000	-0,060	2,776	0,051	0,000	0,000
29	0,001	-0,057	3,257	0,209	0,000	0,000
30	0,017	-0,187	3,374	0,272	0,017	0,000
41	-0,009	0,174	1,395	-0,201	-0,008	0,002
42	-0,036	0,012	1,279	-0,050	0,000	0,002

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 7- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,010	0,185	1,477	-0,214	0,009	-0,002
2	0,026	0,013	1,345	-0,053	0,014	-0,002
9	-0,001	-0,060	3,461	0,223	0,001	0,000
10	-0,007	-0,200	3,586	0,291	-0,008	0,000
21	0,000	0,189	3,125	-0,156	0,000	0,000
22	0,000	-0,065	2,946	0,055	0,000	0,000
29	0,001	-0,060	3,461	0,223	0,000	0,000
30	0,017	-0,200	3,581	0,290	0,017	0,000
41	-0,009	0,185	1,477	-0,214	-0,009	0,002
42	-0,037	0,012	1,350	-0,053	0,000	0,002

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 8- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,029	0,013	0,235	-0,013	-0,056	-0,002
2	-0,083	-0,001	0,240	0,000	-0,050	-0,001
9	-0,030	-0,038	0,434	0,062	-0,057	-0,002
10	0,016	-0,025	0,563	0,043	0,010	-0,001
21	-0,030	-0,010	0,398	0,021	-0,057	-0,002
22	-0,004	-0,012	0,429	0,019	-0,011	-0,001
29	-0,030	-0,036	0,436	0,058	-0,057	-0,002
30	0,020	-0,023	0,472	0,040	0,014	0,000
41	-0,031	-0,001	0,222	0,007	-0,057	-0,001
42	-0,120	-0,008	0,331	0,012	-0,047	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,029	0,041	0,252	-0,055	-0,057	-0,002

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
2	-0,083	0,012	0,223	-0,024	-0,050	-0,001
9	-0,030	0,008	0,463	-0,006	-0,057	-0,002
10	0,016	-0,004	0,535	0,005	0,010	-0,001
21	-0,030	0,039	0,428	-0,050	-0,057	-0,002
22	-0,004	0,010	0,399	-0,020	-0,011	-0,001
29	-0,030	0,010	0,464	-0,008	-0,057	-0,002
30	0,020	-0,002	0,444	0,003	0,014	-0,001
41	-0,030	0,024	0,238	-0,030	-0,057	-0,001
42	-0,119	0,003	0,316	-0,009	-0,047	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 10- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,030	-0,003	0,221	0,009	0,057	0,001
2	0,086	-0,008	0,310	0,012	0,052	0,000
9	0,030	-0,037	0,435	0,059	0,057	0,002
10	-0,017	-0,024	0,495	0,041	-0,011	0,001
21	0,030	-0,010	0,398	0,021	0,057	0,002
22	0,004	-0,012	0,429	0,019	0,011	0,001
29	0,030	-0,038	0,435	0,061	0,056	0,002
30	0,001	-0,025	0,579	0,044	0,005	0,000
41	0,029	0,015	0,236	-0,016	0,056	0,002
42	0,097	0,000	0,223	-0,002	0,059	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 11- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,030	0,026	0,239	-0,032	0,057	0,001
2	0,085	0,005	0,293	-0,011	0,052	0,000
9	0,030	0,010	0,464	-0,008	0,057	0,002
10	-0,017	-0,003	0,466	0,003	-0,011	0,001
21	0,030	0,039	0,428	-0,050	0,057	0,002
22	0,004	0,010	0,399	-0,020	0,011	0,001
29	0,030	0,008	0,463	-0,004	0,056	0,002
30	0,001	-0,005	0,551	0,007	0,005	0,000
41	0,029	0,040	0,251	-0,053	0,056	0,002
42	0,098	0,012	0,208	-0,023	0,059	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 12- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,008	-0,026	0,210	0,043	-0,017	-0,001
2	-0,024	-0,019	0,285	0,031	-0,014	0,000
9	-0,009	-0,092	0,401	0,140	-0,017	0,000
10	0,004	-0,049	0,573	0,087	0,002	0,000
21	-0,009	-0,067	0,363	0,104	-0,017	-0,001
22	-0,001	-0,037	0,465	0,065	-0,003	0,000
29	-0,009	-0,089	0,402	0,136	-0,017	-0,001
30	0,013	-0,047	0,542	0,084	0,011	0,000
41	-0,010	-0,025	0,209	0,043	-0,017	0,000
42	-0,044	-0,019	0,312	0,031	-0,010	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 13- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,008	0,069	0,268	-0,095	-0,017	-0,001
2	-0,025	0,024	0,227	-0,046	-0,015	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 13- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
9	-0,009	0,063	0,497	-0,086	-0,017	-0,001
10	0,005	0,021	0,477	-0,040	0,003	0,000
21	-0,009	0,096	0,463	-0,134	-0,017	-0,001
22	-0,001	0,035	0,363	-0,066	-0,004	0,000
29	-0,009	0,062	0,496	-0,083	-0,017	-0,001
30	0,013	0,020	0,449	-0,039	0,011	0,000
41	-0,010	0,059	0,261	-0,081	-0,017	0,000
42	-0,043	0,020	0,260	-0,038	-0,010	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 14- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,010	-0,030	0,206	0,050	0,017	0,000
2	0,027	-0,021	0,306	0,035	0,016	0,000
9	0,009	-0,092	0,401	0,140	0,017	0,001
10	-0,005	-0,048	0,552	0,086	-0,004	0,000
21	0,009	-0,067	0,363	0,104	0,017	0,001
22	0,001	-0,037	0,465	0,065	0,003	0,000
29	0,009	-0,090	0,402	0,137	0,017	0,000
30	0,008	-0,048	0,574	0,085	0,008	0,000
41	0,008	-0,021	0,213	0,036	0,017	0,001
42	0,021	-0,016	0,279	0,027	0,022	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 15- S.L.V.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,009	0,064	0,263	-0,088	0,017	0,000
2	0,026	0,022	0,248	-0,043	0,016	0,000
9	0,009	0,064	0,498	-0,087	0,017	0,001
10	-0,005	0,021	0,457	-0,040	-0,004	0,000
21	0,009	0,096	0,463	-0,134	0,017	0,001
22	0,001	0,035	0,363	-0,066	0,003	0,000
29	0,009	0,061	0,496	-0,082	0,017	0,001
30	0,008	0,020	0,481	-0,038	0,008	0,000
41	0,008	0,064	0,265	-0,088	0,017	0,001
42	0,022	0,022	0,227	-0,043	0,022	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 8- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,048	0,009	0,234	-0,008	-0,091	-0,003
2	-0,135	-0,003	0,224	0,003	-0,081	-0,001
9	-0,048	-0,053	0,425	0,084	-0,091	-0,003
10	0,026	-0,031	0,593	0,056	0,016	-0,002
21	-0,049	-0,025	0,389	0,043	-0,092	-0,003
22	-0,007	-0,018	0,439	0,032	-0,018	-0,001
29	-0,048	-0,049	0,427	0,077	-0,092	-0,003
30	0,025	-0,028	0,448	0,050	0,017	-0,001
41	-0,049	-0,014	0,213	0,026	-0,092	-0,002
42	-0,186	-0,014	0,369	0,022	-0,079	0,001

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,048	0,055	0,262	-0,074	-0,091	-0,003
2	-0,135	0,018	0,196	-0,035	-0,082	-0,001
9	-0,048	0,022	0,472	-0,026	-0,092	-0,003

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 9- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
10	0,026	0,002	0,547	-0,006	0,016	-0,002
21	-0,049	0,054	0,437	-0,072	-0,092	-0,003
22	-0,007	0,016	0,389	-0,032	-0,018	-0,001
29	-0,048	0,024	0,473	-0,029	-0,092	-0,003
30	0,025	0,005	0,403	-0,010	0,017	-0,001
41	-0,049	0,027	0,238	-0,034	-0,092	-0,002
42	-0,186	0,004	0,344	-0,011	-0,079	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 10- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,049	-0,016	0,212	0,029	0,092	0,002
2	0,137	-0,014	0,337	0,023	0,083	0,001
9	0,048	-0,050	0,427	0,080	0,092	0,003
10	-0,027	-0,030	0,482	0,053	-0,018	0,002
21	0,048	-0,025	0,389	0,043	0,092	0,003
22	0,007	-0,018	0,439	0,031	0,018	0,001
29	0,048	-0,052	0,426	0,083	0,091	0,003
30	-0,004	-0,032	0,620	0,056	0,002	0,001
41	0,047	0,012	0,235	-0,012	0,091	0,003
42	0,164	-0,001	0,195	0,000	0,091	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 11- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,049	0,029	0,240	-0,038	0,091	0,002
2	0,137	0,007	0,309	-0,015	0,083	0,001
9	0,048	0,025	0,473	-0,030	0,091	0,003
10	-0,027	0,004	0,436	-0,009	-0,018	0,002
21	0,048	0,054	0,438	-0,072	0,092	0,003
22	0,007	0,016	0,389	-0,032	0,018	0,001
29	0,048	0,021	0,471	-0,024	0,091	0,003
30	-0,004	0,000	0,575	-0,003	0,002	0,001
41	0,048	0,053	0,260	-0,071	0,091	0,003
42	0,164	0,018	0,170	-0,034	0,091	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 12- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,014	-0,053	0,194	0,083	-0,027	-0,001
2	-0,039	-0,031	0,296	0,054	-0,024	-0,001
9	-0,015	-0,140	0,371	0,210	-0,027	-0,001
10	0,007	-0,070	0,608	0,126	0,004	0,000
21	-0,015	-0,117	0,333	0,177	-0,028	-0,001
22	-0,002	-0,058	0,496	0,106	-0,006	0,000
29	-0,015	-0,135	0,374	0,203	-0,028	-0,001
30	0,015	-0,068	0,560	0,122	0,012	0,000
41	-0,015	-0,053	0,192	0,083	-0,028	-0,001
42	-0,064	-0,031	0,337	0,054	-0,020	0,001

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 13- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,014	0,099	0,286	-0,139	-0,027	-0,001
2	-0,040	0,038	0,203	-0,071	-0,024	-0,001
9	-0,015	0,111	0,527	-0,155	-0,028	-0,001
10	0,008	0,042	0,455	-0,078	0,005	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 13- S.L.D.

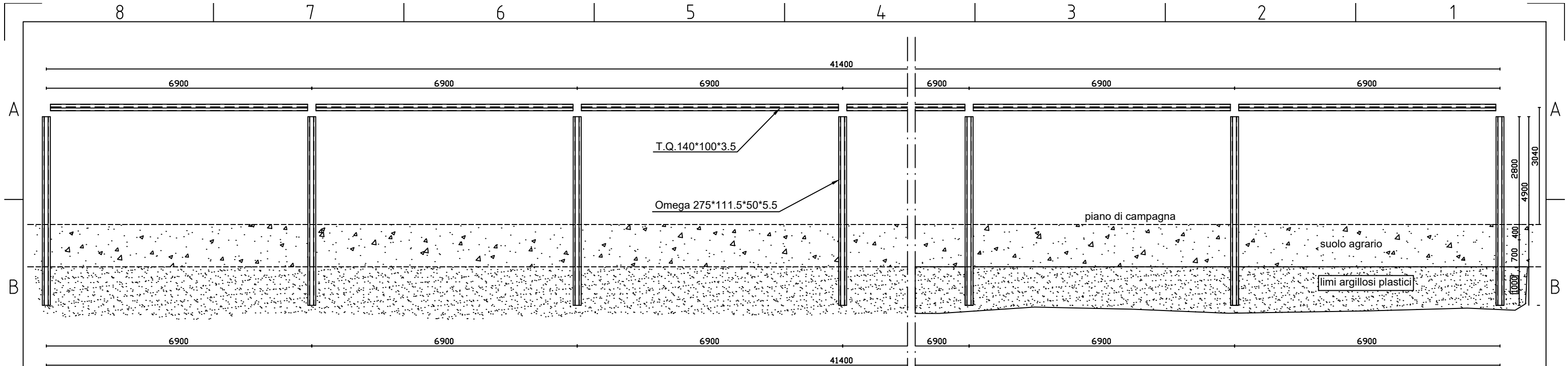
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
21	-0,015	0,146	0,494	-0,206	-0,028	-0,001
22	-0,002	0,056	0,332	-0,106	-0,006	0,000
29	-0,014	0,108	0,525	-0,151	-0,028	-0,001
30	0,015	0,041	0,411	-0,077	0,012	0,000
41	-0,015	0,084	0,275	-0,117	-0,028	-0,001
42	-0,063	0,031	0,254	-0,058	-0,019	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 14- S.L.D.

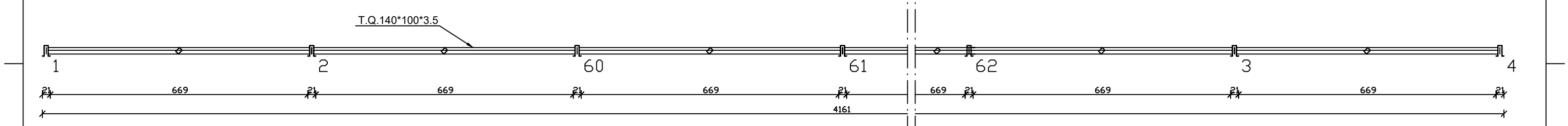
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,015	-0,061	0,187	0,094	0,028	0,001
2	0,043	-0,035	0,330	0,060	0,026	0,000
9	0,014	-0,139	0,372	0,209	0,028	0,001
10	-0,008	-0,070	0,575	0,125	-0,006	0,001
21	0,014	-0,117	0,333	0,177	0,027	0,001
22	0,002	-0,058	0,496	0,106	0,005	0,000
29	0,014	-0,136	0,373	0,205	0,027	0,001
30	0,006	-0,069	0,612	0,124	0,007	0,000
41	0,014	-0,045	0,199	0,071	0,027	0,001
42	0,041	-0,027	0,285	0,047	0,031	0,000

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 15- S.L.D.

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	0,015	0,092	0,280	-0,128	0,027	0,000
2	0,041	0,035	0,237	-0,065	0,025	0,000
9	0,014	0,112	0,527	-0,156	0,027	0,001
10	-0,008	0,042	0,421	-0,079	-0,006	0,001
21	0,015	0,146	0,494	-0,207	0,028	0,001
22	0,002	0,056	0,332	-0,106	0,005	0,000
29	0,015	0,107	0,525	-0,150	0,027	0,001
30	0,006	0,040	0,463	-0,075	0,007	0,000
41	0,014	0,092	0,282	-0,128	0,027	0,001
42	0,042	0,035	0,202	-0,065	0,032	0,000



ESECUTIVO TELAIO



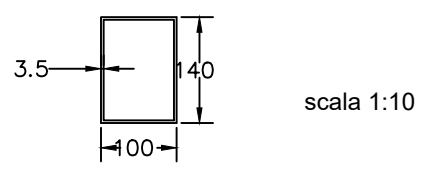
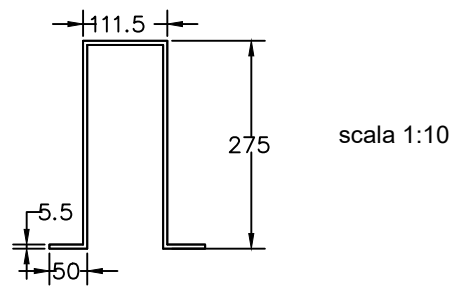
PIANTA A QUOTA 3,04 m



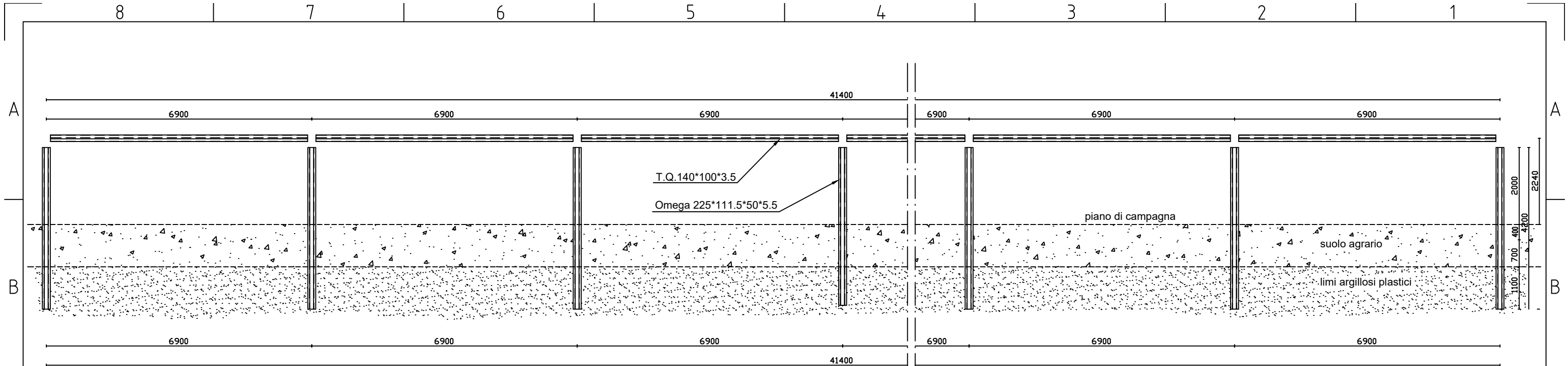
PIANTA A QUOTA 0,00 m

Sezione Omega 275*111.5*50*5.5
 Peso per telaio: 7 x 4,90 ml x 32,2 kg/ml = 1104 kg

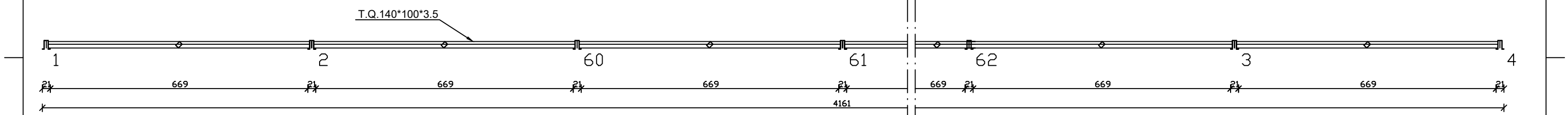
Sezione T.Q. 140*100*3.5
 Peso per telaio: 41,40 ml x 12,7 kg/ml = 526 kg



Engineering by	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE			
	Designed by	PIANTE ED ESECUTIVO TELAIO AREA ATTIVITA' COLTURALE			
Filename	Site Code				
Approved by - date	RACARRUME	-	RACARRUME		
		Scale	Edition	Formed paper	Sheet
		1:100	1	A3	S-01



ESECUTIVO TELAIO



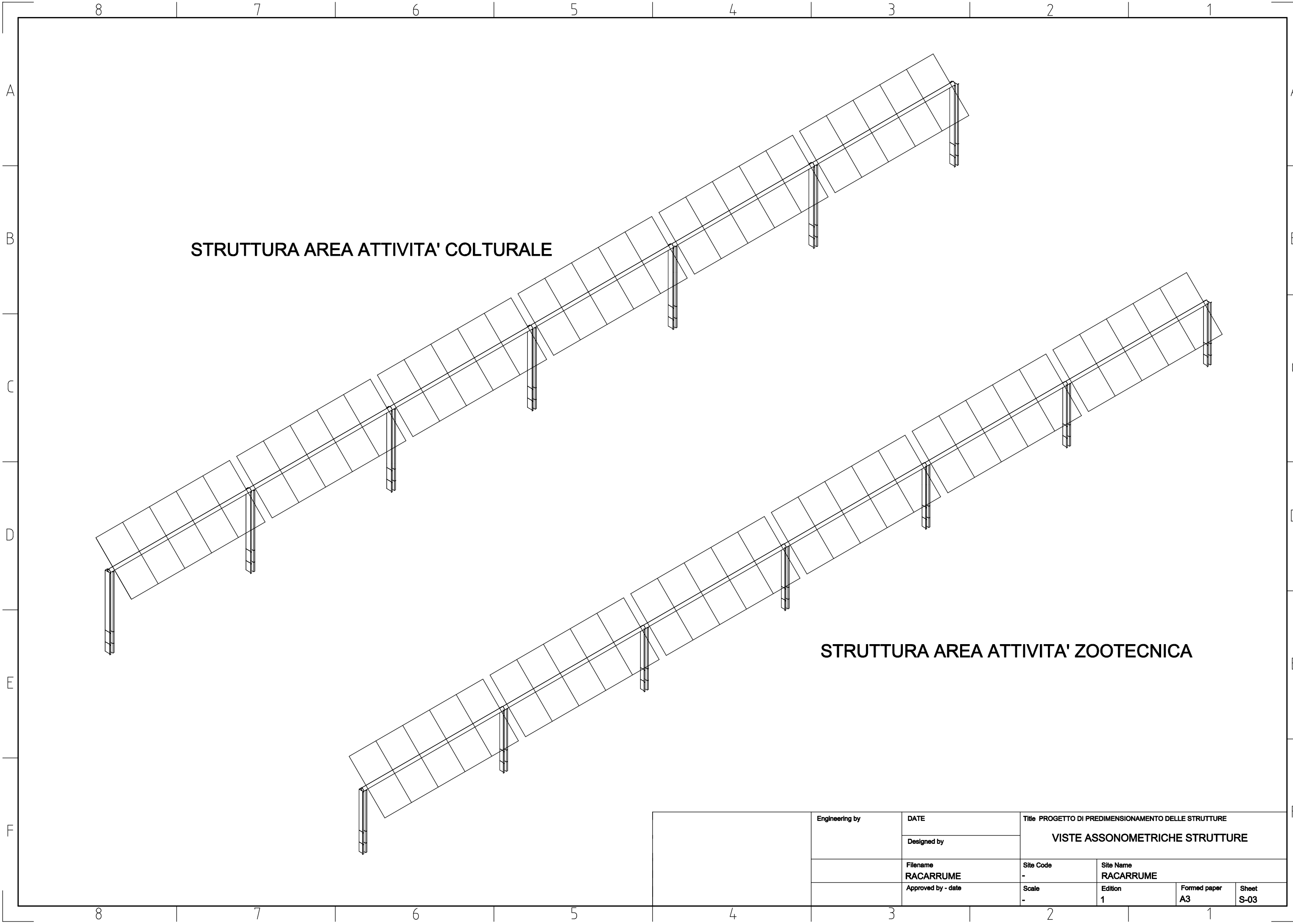
PIANTA A QUOTA 2,24 m



PIANTA A QUOTA 0,00 m

<p>Sezione Omega 225*111.5*50*5.5 Peso per telaio: 7 x 4,20 ml x 27,8 kg/ml = 817 kg</p> <p>scala 1:10</p>	<p>Sezione T.Q. 140*100*3.5 Peso per telaio: 41,40 ml x 12,7 kg/ml = 526 kg</p> <p>scala 1:10</p>
--	---

Engineering by	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE			
	Designed by	PIANTE ED ESECUTIVO TELAIO AREA ATTIVITA' ZOOTECNICA			
Filename RACARRUME	Site Code -				
Approved by - date	Scale 1:100	Edition 1	Formed paper A3	Sheet S-02	

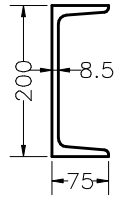


STRUTTURA AREA ATTIVITA' COLTURALE

STRUTTURA AREA ATTIVITA' ZOOTECNICA

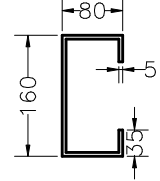
	Engineering by	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE		
		Designed by	VISTE ASSONOMETRICHE STRUTTURE		
	Filename RACARRUME	Site Code -			
	Approved by - date	Scale -	Edition 1	Formed paper A3	Sheet S-03

Sezione UPN 200 (Traversi)
Peso complessivo per telaio:
 $5 \times 4,355 \times 25,3 = 551 \text{ kg}$



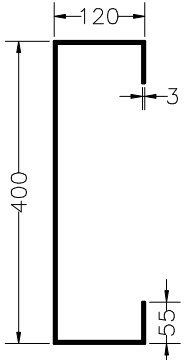
scala 1:10

Sezione C 160*80*5 (Longheroni e obliqui)
Peso complessivo per telaio:
 $(4 \times 18,00 + 2 \times 4,80) \times 14,52 = 1185 \text{ kg}$



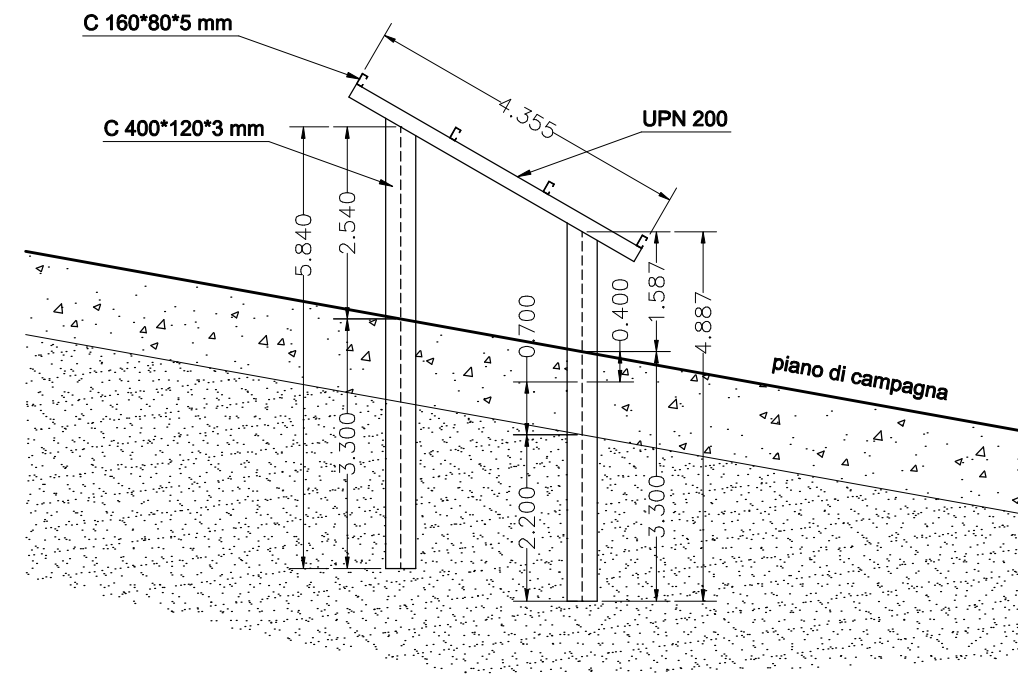
scala 1:10

Sezione C 400*120*3 (Montanti)
Peso complessivo per telaio:
 $5 \times (5,840 + 4,887) \times 17,62 = 945 \text{ kg}$



scala 1:10

PESO COMPLESSIVO TELAIO:
 $551 + 1185 + 945 = 2681 \text{ kg}$



	Engineering by	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE		
		Designed by	ESECUTIVO TELAIO FISSO		
	Filename RACARRUME_FISSO	Site Code -	Site Name RACARRUME		
	Approved by - date	Scale 1:100	Edition 1	Formed paper A3	Sheet S-01