



**STUDIO DI INGEGNERIA**  
**Dott. Ing. Leonardo TRUBIA**  
CASTELLANA SICULA (PA) - Via Leone XIII, 50  
RESUTTANO (CL) - Via Cappuccini, 11  
Tel. e Fax 0921.562133 - e-mail: leotrubia@libero.it

**COMUNE DI MONREALE**  
(LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI PALERMO)

**OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA  
ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA IN  
LOCALITA' FRISELLA DI MONREALE, COSTITUITO DA 22  
AEROGENERATORI E DENOMINATO "FRISELLA"**

**RELAZIONE DI  
PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI**

Committente:

**NUOVA ENERGIA SICILIA S.R.L.**

Data: 05/05/2023

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Leonardo TRUBIA

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
Dott. Ing.  
LEONARDO  
TRUBIA  
728  
CALTANISSETTA

# INDICE

<b>1</b>	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE.....</b>	<b>3</b>
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	3
<b>2</b>	<b>INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA .....</b>	<b>5</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
2.2	REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018) .....	5
2.3	MISURA DELLA SICUREZZA.....	5
2.4	MODELLI DI CALCOLO .....	6
<b>3</b>	<b>AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....</b>	<b>8</b>
3.1	AZIONI AMBIENTALI E NATURALI .....	8
3.2	DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....	8
3.3	AZIONE SISMICA.....	10
3.4	AZIONI DOVUTE AL VENTO.....	10
3.5	AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA .....	10
3.6	NEVE.....	10
3.7	AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI.....	11
3.8	COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	11
3.9	COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	12
<b>4</b>	<b>TOLLERANZE.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>DURABILITÀ .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>RELAZIONE AI SENSI DEL CAP. 10.2 DELLE NTC 2018 - ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>16</b>
7.1	TIPO DI ANALISI SVOLTA .....	16
7.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....	17
7.3	VALIDAZIONE DEI CODICI .....	18
7.4	PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI .....	18
7.5	INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE .....	20
7.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ' .....	21
<b>8</b>	<b>RELAZIONE SUI MATERIALI.....</b>	<b>22</b>
8.1	PRESCRIZIONI SUI MATERIALI DA IMPIEGARE NELLE OPERE.....	22
8.1.1	<i>Calcestruzzo cementizio .....</i>	<i>22</i>
8.1.2	<i>Armatura .....</i>	<i>22</i>
<b>9</b>	<b>PARAMETRI SISMICI.....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE .....</b>	<b>25</b>
10.1	MODELLO GEOMETRICO DELLA STRUTTURA .....	25
10.2	AZIONI PROVENIENTI DALLA STRUTTURA IN ELEVAZIONE .....	27
10.3	VERIFICA DELLA STRUTTURA .....	27
<b>11</b>	<b>RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI .....</b>	<b>33</b>
11.1	RELAZIONE GEOLOGICA.....	33
11.2	CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	33
11.3	RELAZIONE GEOTECNICA.....	33
11.3.1	<i>Normativa di riferimento .....</i>	<i>34</i>

11.3.2	<i>Calcolo plinto rettangolare su pali</i> .....	34
11.3.3	<i>Pali di fondazione</i> .....	34
11.3.4	<i>Capacità portante dei pali di fondazione</i> .....	35
11.3.5	<i>Carico limite orizzontale dei pali di fondazione</i> .....	36
11.4	VERIFICHE DEL PLINTO E DEI PALI DI FONDAZIONE.....	37
<b>12</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO E DISEGNI ESECUTIVI.....</b>	<b>38</b>

# 1 RELAZIONE TECNICA GENERALE

## 1.1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 22 aerogeneratori aventi potenza di 4,5 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 99 MW, denominato "FRISELLA", in località Frisella nel Comune di Monreale (PA).

Nella presente è illustrato il metodo di calcolo delle fondazioni di una torre rappresentativa del parco eolico, avente un'altezza al mozzo di 118 m, un diametro del rotore di 163 m ed un'altezza massima al top della pala di 200 m.

Le torri saranno realizzate in acciaio, mentre le fondazioni saranno in cemento armato del tipo indiretto, con platea di fondazione su pali, e saranno progettate secondo il D.M. 17/01/2018.

Il progetto tiene conto di quanto riportato nella relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Ignazio Giuffrè, allegata al progetto definitivo del parco eolico, ed i parametri geotecnici utilizzati sono quelli in essa riportati, con l'accortezza di operare "a vantaggio di sicurezza", trattandosi di un calcolo di predimensionamento.

I calcoli sono condotti in accordo agli scarichi di fondazione di un aerogeneratore VESTAS V163 – 4.5 MW.

Il plinto di fondazione avrà forma circolare ed il collegamento di ogni torre alla fondazione è ottenuto attraverso un anchor cage fornito da VESTAS e composto da tirafondi post-tesi ad alta resistenza, collegati superiormente ed inferiormente con flange annegate nel calcestruzzo.

Per quanto riguarda la progettazione delle fondazioni si è fatto riferimento al documento "PRELIMINARY FOUNDATION LOADS – V163 – 4.5 MW", fornito da Vestas ed alle specifiche Vestas.

Prima della effettiva realizzazione delle opere sarà redatto il progetto esecutivo strutturale che sarà depositato presso l'Ufficio del Genio Civile di Palermo 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 Nuova Energia Sicilia SRL.

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente riepilogo dei parametri sismici, con riferimento specifico (si prende ad oggetto dello studio la torre A12, rappresentativa della maggioranza delle torri ed ubicata in terreno di caratteristiche geotecniche peggiori, a vantaggio di sicurezza):

### RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale Vn (anni)	<b>50</b>
Classe d'Uso	<b>IV</b>
Coefficiente d'Uso	<b>2,0</b>
Vita Riferimento Vr (anni)	<b>100</b>
Categoria del Suolo	<b>B</b>
Categoria Topografica	<b>T2</b>
Latitudine del sito oggetto di edificazione	<b>37.90585</b>
Longitudine del sito oggetto di edificazione	<b>13.25208</b>

## 1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Sarà realizzata una fondazione indiretta a plinto (platea) circolare del diametro di 26,00 m, su n. 18 pali del diametro di 1,20 m e lunghezza di 20,00 m.

Il plinto sarà composto da un anello esterno a sezione tronco conica di altezza variabile tra 150 cm e 310 cm e da un nucleo centrale cilindrico del diametro di 6,00 m e di altezza pari a 3,50 m.

All'interno del nucleo centrale saranno annegati i tiranti di collegamento della torre alle fondazioni, eseguito a mezzo di flange serrate con bulloni.

I pali di fondazione saranno posti ad una distanza di 11,50 m dal centro del plinto e saranno equidistanti tra loro.

Prima della posa dell'armatura del plinto sarà gettato un magrone di fondazione di altezza non inferiore a 15 cm.

Il calcestruzzo utilizzato avrà classe di resistenza C30/37 e classe di esposizione XC4, mentre gli acciai saranno in barre del tipo B450C.

Il plinto sarà ricoperto da uno strato di terreno proveniente dagli scavi, allo scopo di realizzare un appesantimento dello stesso per contrastare le forze ribaltanti scaricate dalla torre.

## **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 quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

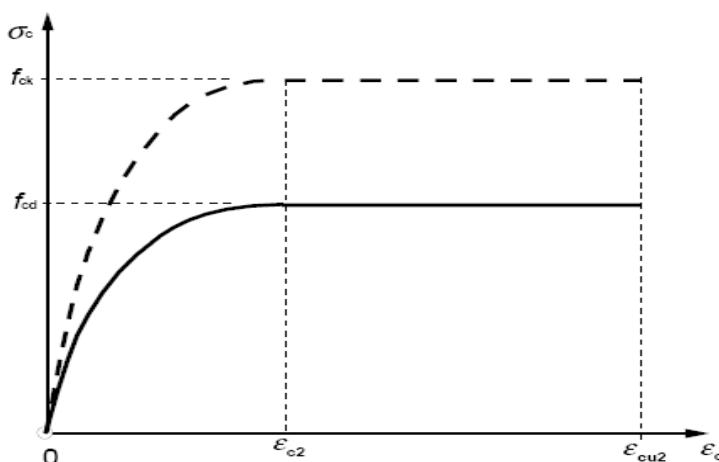
## 2.4 MODELLI DI CALCOLO

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.**

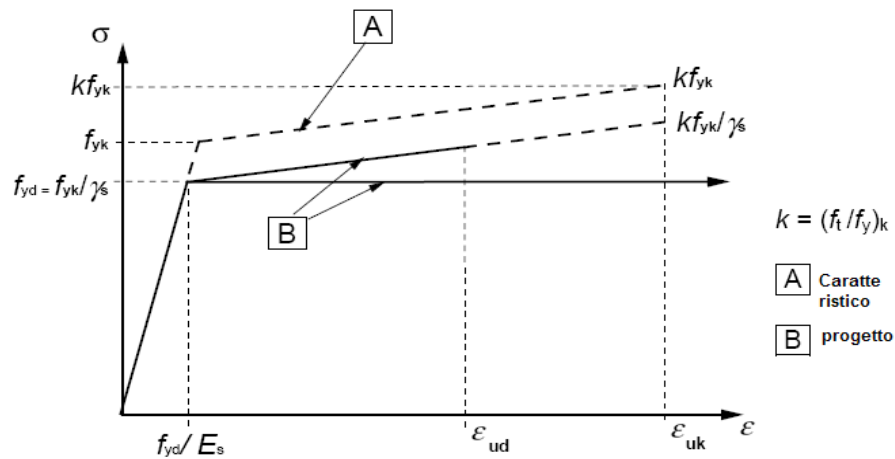
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



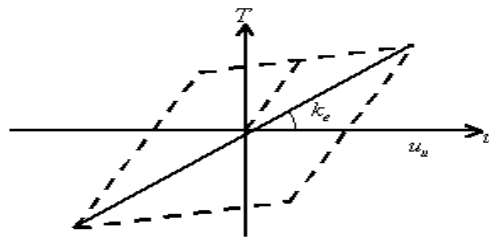
**Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.**

Il valore  $\epsilon_{cu2}$  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/m<sup>2</sup>]

- carichi verticali concentrati
- carichi orizzontali lineari

Qk [kN]  
Hk [kN/m]

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

Categ.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Qk [kN]	Hk [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b> 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	<b>Uffici</b>			
	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	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥4,00	≥4,00	≥2,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	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	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	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	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	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	<b>Coperture</b>			
	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<sub>k</sub>, Qk ed Hk di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Qk 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**

E' 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;

$\mu_i$  = 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  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  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  $\psi_2 j$  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:

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0j}</math></b>	<b><math>\psi_{1j}</math></b>	<b><math>\psi_{2j}</math></b>
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 $\leq 30$ 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 $\leq 1000$ 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  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  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  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm
- Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm
- Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  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.

Per gli elementi strutturali bidimensionali (pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH. Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

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.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

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.

Le verifiche degli elementi bidimensionali sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. Per le azioni dovute al sisma (ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica), le verifiche sono state effettuate sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

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	NO
SLD	SI
SLV	SI
SLC	NO
Combinazione Rara	NO
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	100
Y	100
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	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Travi c.a. Fondazione</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Travi c.a. Elevazione</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Pilastrini in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Shell in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Piastre in c.a.</b>	0 su 5	VERIFICATO
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Aste in Legno</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 18	VERIFICATO
<b>Pali/Micropali (Plinti)</b>	0 su 18	VERIFICATO
<b>Micropali (Travi/Piastre)</b>	0 su 0 <b>Tipologie</b>	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Travi c.a. Fondazione</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Travi c.a. Elevazione</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Pilastrini in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Shell in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI

<b>Piastre in c.a.</b>	0 su 5	VERIFICATO
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Aste in Legno</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 18	VERIFICATO
<b>Pali</b>	0 su 18	VERIFICATO

Tabellina Riassuntiva della Ridistribuzione Plastica

	Numero totale Travi a cui si è applicata la redistribuzione plastica	Numero Travi con coeff. di redistribuzione 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

Tabellina riassuntiva delle PushOver

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				

NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
Min. PgaSL/Pga%				

Tabellina riassuntiva verifiche Murature

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
Meccanismi Locali	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva verifiche Murature 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 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/cm <sup>q</sup> )	2.38	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale		NON CALCOLATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	99.99	VERIFICATO
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 e' 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 ACCETTABILITA'**

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 Calcestruzzo cementizio

Le opere in calcestruzzo armato dovranno essere eseguite attenendosi alle prescrizioni delle norme vigenti. Per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato di fondazione, dovrà essere impiegato un conglomerato avente le seguenti caratteristiche:

- Classe calcestruzzo C30/37
- Classe di esposizione XC4
- Classe di consistenza S4
- cemento Portland o di miscela (tipo pozzolanico in presenza di acque aggressive) 325 con dosaggio minimo 350 kg/m<sup>3</sup>;
- inerti in quattro classi granulometriche ed in curva granulometrica continua di Bolomey, con diametro massimo degli inerti 20 mm e, comunque, compatibile con l'interfero minimo di progetto; gli inerti non dovranno contenere solfati.

Qualora vengano utilizzati calcestruzzi preconfezionati, le centrali di produzione dovranno essere munite di certificato di idoneità tecnica emesso dall'ICITE (istituto italiano del Certificato di idoneità Tecnica).

<b>Calcestruzzo cementizio</b> <b>C30/37 UNI EN 206-1 (Rck37)</b>
--

SIMBOLO	PARAMETRO	VALORE
Classe		C 30/37
$\gamma_c$	Peso specifico	2500 kg/m <sup>3</sup>
Mod. El	Modulo elastico	314758 kg/cm <sup>2</sup>
Coeff.Poisson	Coefficiente di Poisson a compressione	0,2
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica cubica	370 kg/cm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	Resistenza caratteristica cilindrica	300 kg/cm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	Resistenza di calcolo	170 kg/cm <sup>2</sup>
n	Coefficiente di omogeneizzazione	15
$e_{co}$	Deformazione limite elastico	0,002
$e_{cu}$	Deformazione limite ultimo	0,0035

Classe di esposizione ambientale della struttura	XC4
Tipo di controllo	A su provini cubici
Classe di consistenza del getto (abbassamento del cono)	S3-S4
Dimensione massima inerti	25 mm
Copriferro minimo	35 mm

#### 8.1.2 Armatura

Le armature da impiegare dovranno essere in barre ad aderenza migliorata B 450C, con caratteristiche meccaniche e chimiche rispondenti alle norme vigenti.

L'impiego di reti elettrosaldate dovrà essere limitato ai soli casi specificatamente previsti dal progetto esecutivo.

Esse dovranno essere dei tipo a fili nervati e con caratteristiche chimiche e meccaniche tali da consentire, in accordo con le prescrizioni di cui al 17/01/2018, una tensione caratteristica a rottura non inferiore a  $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate dai certificati di origine del produttore, secondo le prescrizioni del D.M. 17/01/2018.

Le barre dovranno avere la superficie priva di ossidazione accentuata e di sostanze estranee che possano pregiudicare l'aderenza al conglomerato e, ove occorra, dovranno essere idoneamente pulite.

Nella lavorazione delle armature le sagomature delle barre dovranno essere eseguite a freddo (ad una temperatura non inferiore a 5°C), almeno per ferri fino al diametro di 30 mm; i raggi di curvatura e gli sviluppi degli ancoraggi dovranno essere quelli indicati dalle norme vigenti ed eventuali ulteriori prescrizioni del progettista.

Il posizionamento delle armature dovrà essere effettuato esattamente come indicato nei disegni esecutivi, curando il rispetto delle giunzioni per sovrapposizione delle barre e degli ancoraggi.

<b>Acciaio ad aderenza migliorata B 450 C</b>	
$f_{yk}$	4500 kg/cm <sup>2</sup> (Tensione caratt. di snervamento)
$f_{tk}$	5400 kg/cm <sup>2</sup> (Tensione caratt. di rottura)
$A_s$	≥ 7,5 % Allungamento



## 9 PARAMETRI SISMICI

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

<b>Vita Nominale (Anni)</b>	50	<b>Classe d' Uso</b>	QUARTA
<b>Longitudine Est (Grd)</b>	13,25208	<b>Latitudine Nord (Grd)</b>	37,90585
<b>Categoria Suolo</b>	B	<b>Coeff. Condiz. Topogr.</b>	1,2

Categoria sottosuolo	B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Condizioni topografiche	T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
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.

Nel calcolo strutturale effettuato non si è eseguita alcuna analisi sismica, poiché le azioni sismiche sono già state considerate dal progettista della struttura in elevazione (torre) e sono quindi già intervenute nella determinazione degli scarichi in fondazione applicati alla sommità del plinto progettato con la presente.

## 10 ANALISI E VERIFICHE

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.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali 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.

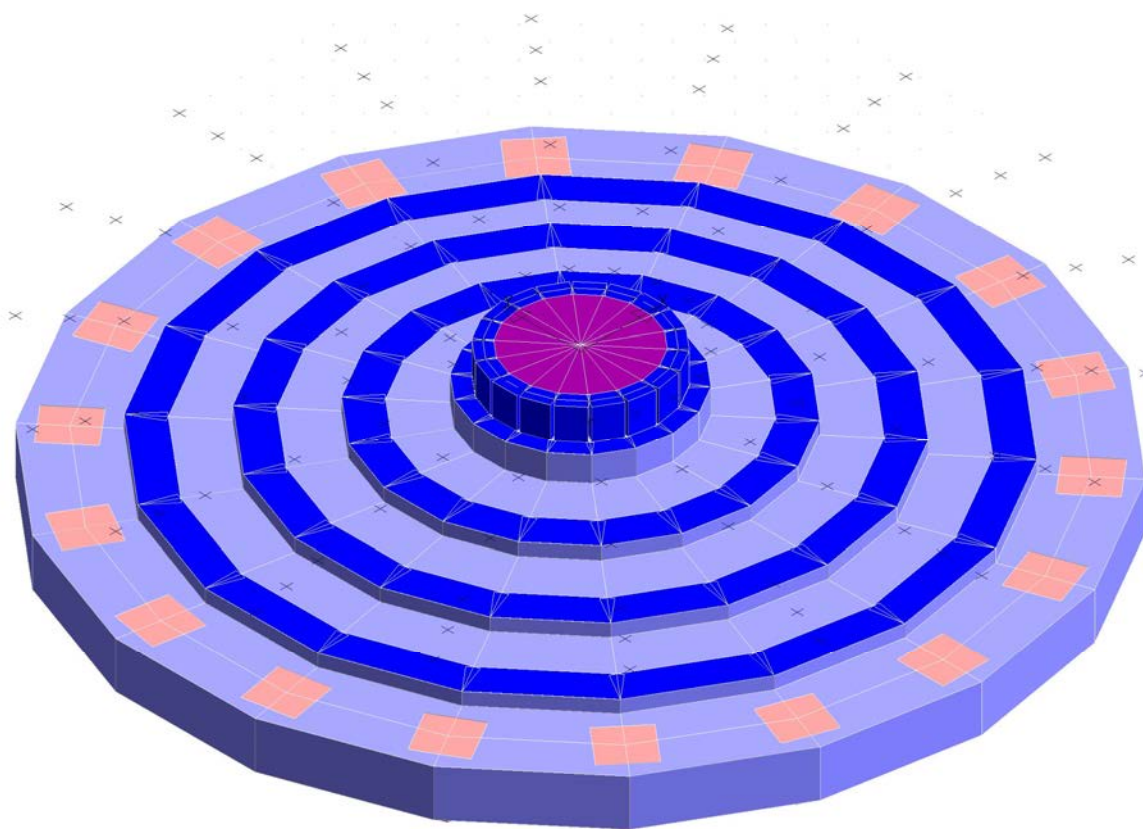
Le verifiche previste dal D.M. 17/01/2018 sono state eseguite dal progettista strutturale della torre in acciaio il quale ha fornito gli scarichi alla base della struttura in elevazione.

Come già detto, quindi, nel calcolo strutturale oggetto della presente non è stata eseguita alcuna analisi sismica, poiché le azioni sismiche sono già state considerate dal progettista della struttura in elevazione (torre) e sono quindi già intervenute nella determinazione degli scarichi in fondazione applicati alla sommità del plinto progettato.

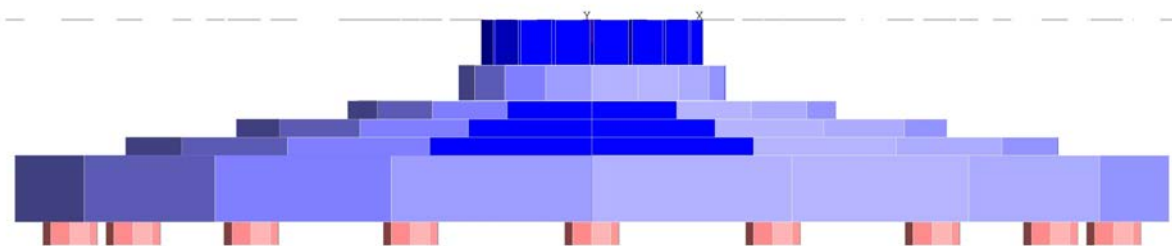
Per ulteriori dettagli, si vedano i tabulati di calcolo allegati alla presente.

### 10.1 MODELLO GEOMETRICO DELLA STRUTTURA

Lo schema geometrico utilizzato per il calcolo è il seguente:



*Vista assometrica dall'alto*



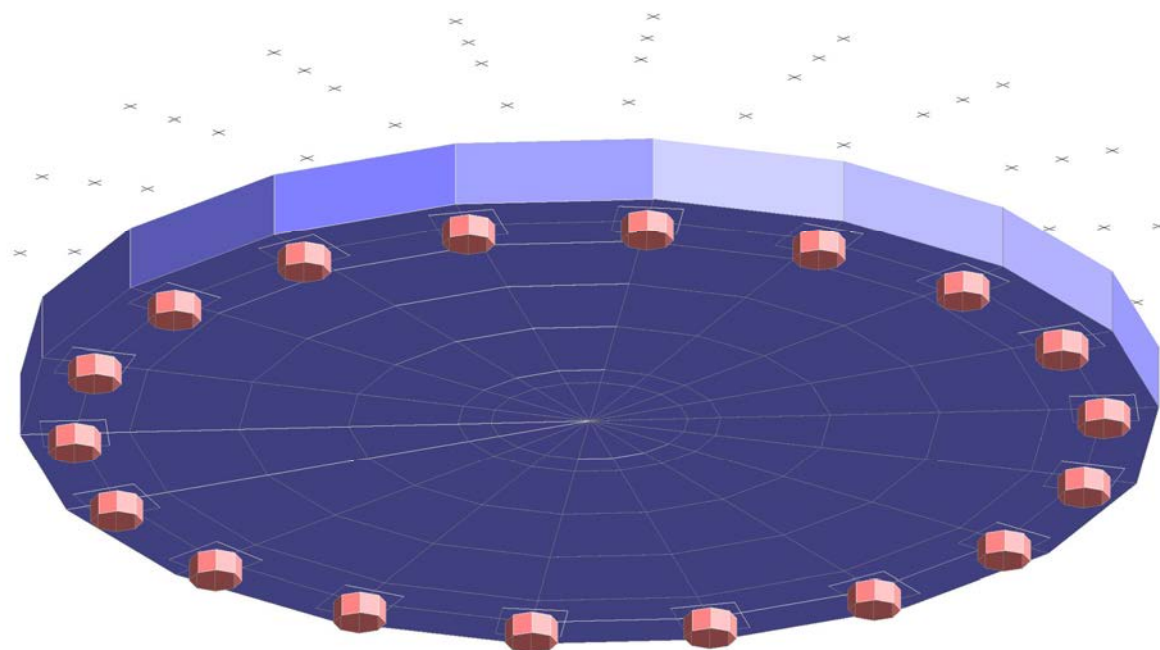
***Vista laterale***

Il nucleo centrale formato dai setti che formano un cilindro è strutturalmente inesistente, ma serve soltanto a simulare la circonferenza di incastro della torre in acciaio nel plinto di fondazione, al fine di applicare correttamente gli scarichi della torre al plinto, cioè secondo la circonferenza di contatto e non secondo un singolo nodo.

Gli altri setti presenti nel modello geometrico, evidenziati in blu e che formano diversi cilindri a diverse quote, sono anch'essi strutturalmente inesistenti, ma servono soltanto a "collegare" tra di loro le piastre (ciascuna a forma di anello) posizionate alle varie quote.

Tali scarichi sono stati applicati al centro della piastra (anch'essa virtuale) che unisce la sommità dei setti alla quota più alta; in tal modo, i carichi applicati nel nodo centrale della piastra vengono trasmessi al plinto sottostante mediante i setti che simulano la struttura della torre.

Nei tabulati di calcolo allegati alla presente, pertanto, non sono da tenere in considerazione le verifiche riportate per i tutti i setti e per la piastra a quota 3,00 m (piastra a quota 1, elemento 1), poiché gli stessi sono soltanto elementi ausiliari necessari a determinare un modello strutturale quanto più possibile aderente alla realtà.



***Vista assometrica dal basso***

## 10.2 AZIONI PROVENIENTI DALLA STRUTTURA IN ELEVAZIONE

Le sollecitazioni massime trasmesse dalla torre alla fondazione sono state estrapolate dalla documentazione messa a disposizione dal committente.

Viene di seguito riportata la tabella con i valori massimi delle sollecitazioni che sono state applicate al modello di calcolo adottato, traducendo nelle coordinate idonee al software con cui si è redatto il presente calcolo quelle riferite al seguente sistema di coordinate cui si riferiscono i carichi forniti dal produttore.

### 3. Production loads

The production loads are calculated for the main sensors of the foundation. The following loads are calculated.

**Char. load** Characteristic Extreme (excl. PLF, Load cases sorted without PLF). Only load cases with PLF = 1.35 and 1.50 are included in the evaluation.

**Prob.: 1e-2** Load level with an exceedance probability of 1e-2

**Prob.: 1e-4** Load level with an exceedance probability of 1e-4

Production loads				
		Char. load	Prob.:1e-2	Prob.:1e-4
M <sub>res</sub>	[kNm]	1.076E+05	78438.11	84154.16
M <sub>z</sub>	[kNm]	-7936.62	-2971.84	-5034.42
F <sub>res</sub>	[kN]	1035.49	779.31	850.74
F <sub>z</sub>	[kN]	-4914.82	-4834.93	-4859.03

Table 3-1 Service Limit State (SLS) loads, in accordance with DiBt 2012.

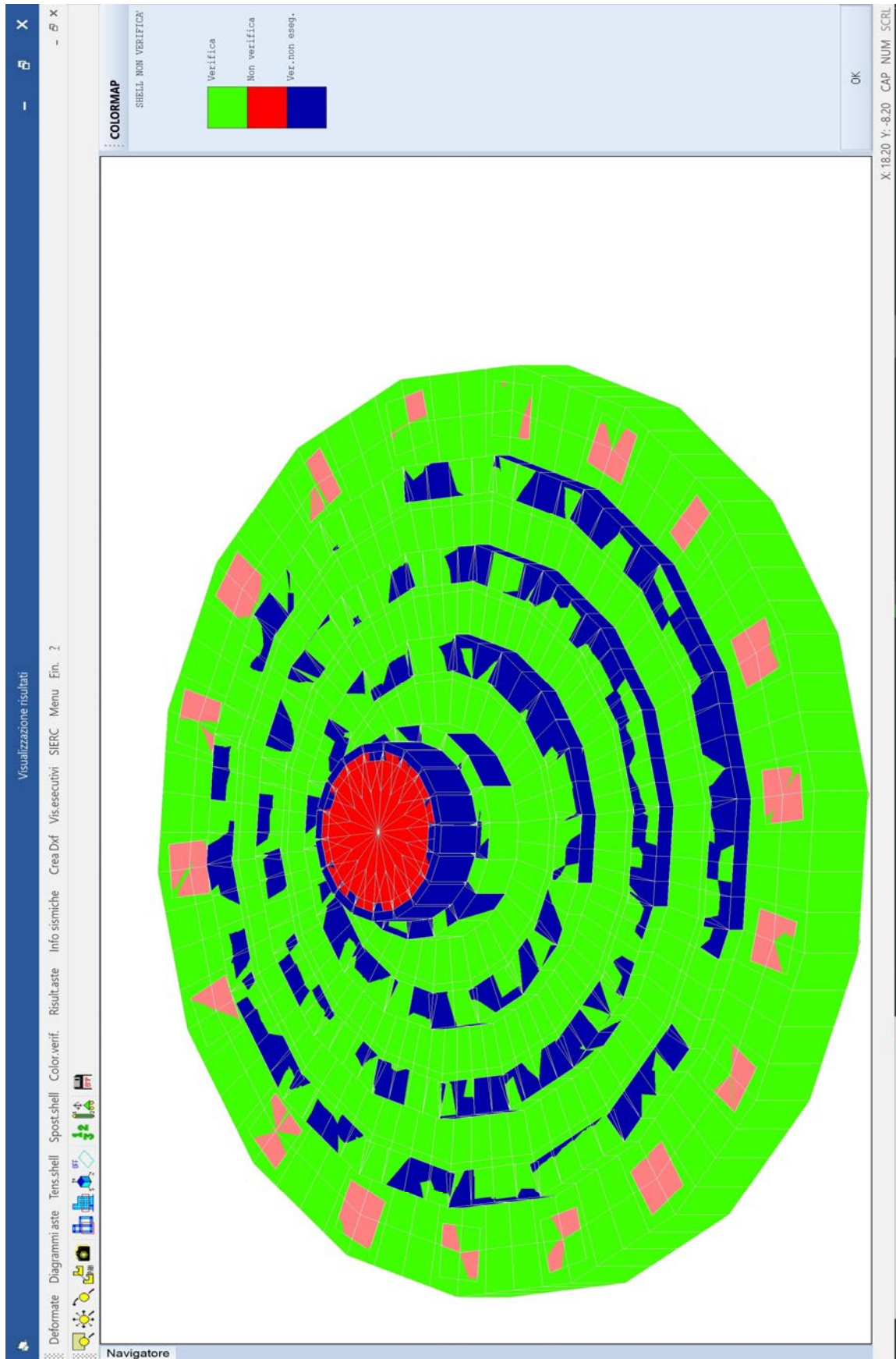
Le azioni sulla fondazione vengono applicate secondo le condizioni di carico tali da essere più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche. In particolare, così come riportato nei tabulati di calcolo, le azioni sono le seguenti:

NODI ALLA QUOTA 3 m																
IDENTIFICAZIONE					RIGIDEZZE NODO ESTERNE						CARICHI NODALI CONCENTRATI					
Filo N.ro	Quo N.	D.Quo cm	P. sis	Co di	Tx (t/m)	Ty (t/m)	Tz (t/m)	Rx (t-m)	Ry (t-m)	Rz (t-m)	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Mz (t-m)
1	1	0	0	A	0	0	0	0	0	0	103,549	0,000	-491,482	0,000	-10760,000	-793,662

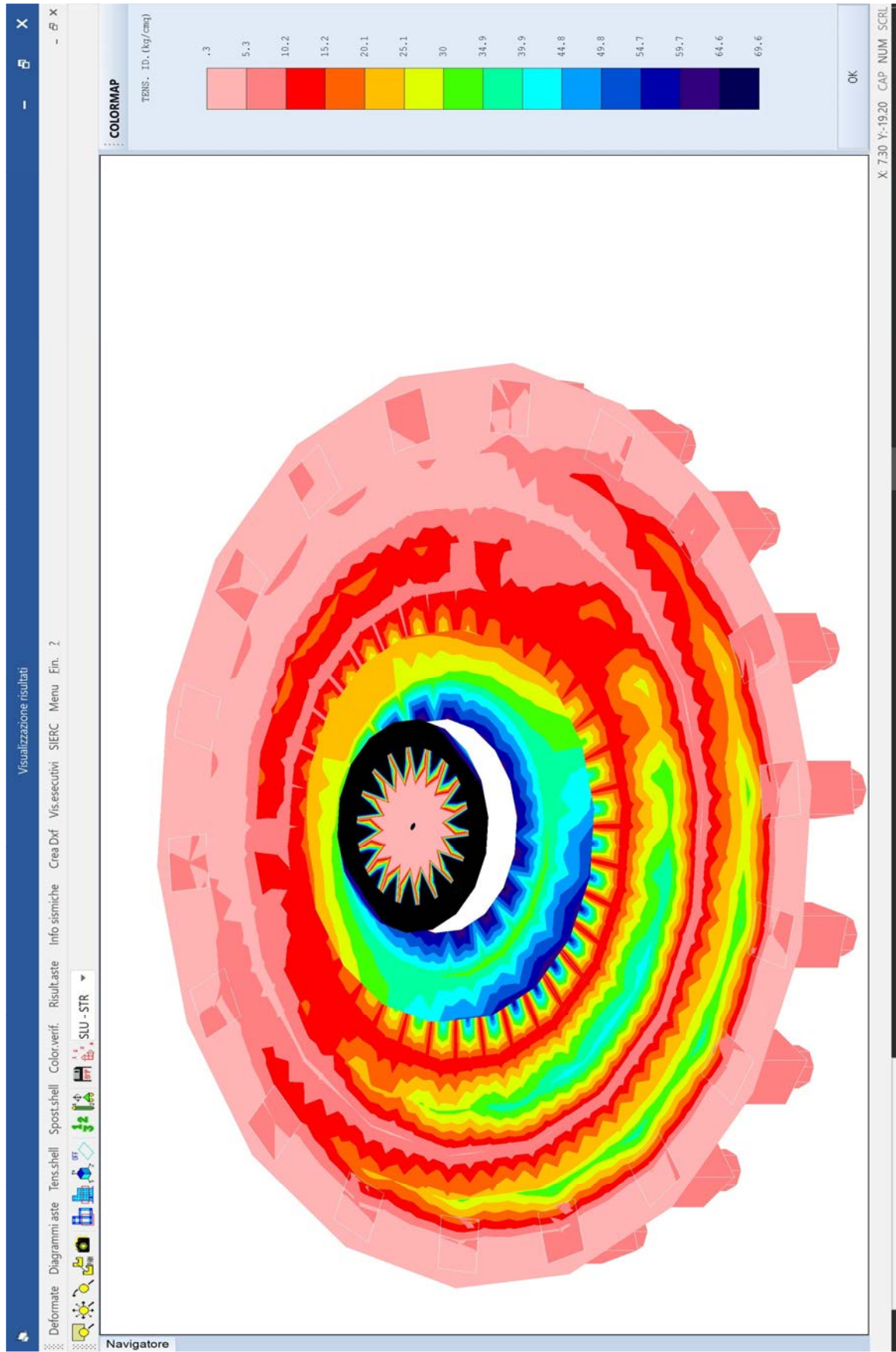
## 10.3 VERIFICA DELLA STRUTTURA

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 (plinto/piastre e pali di fondazione).

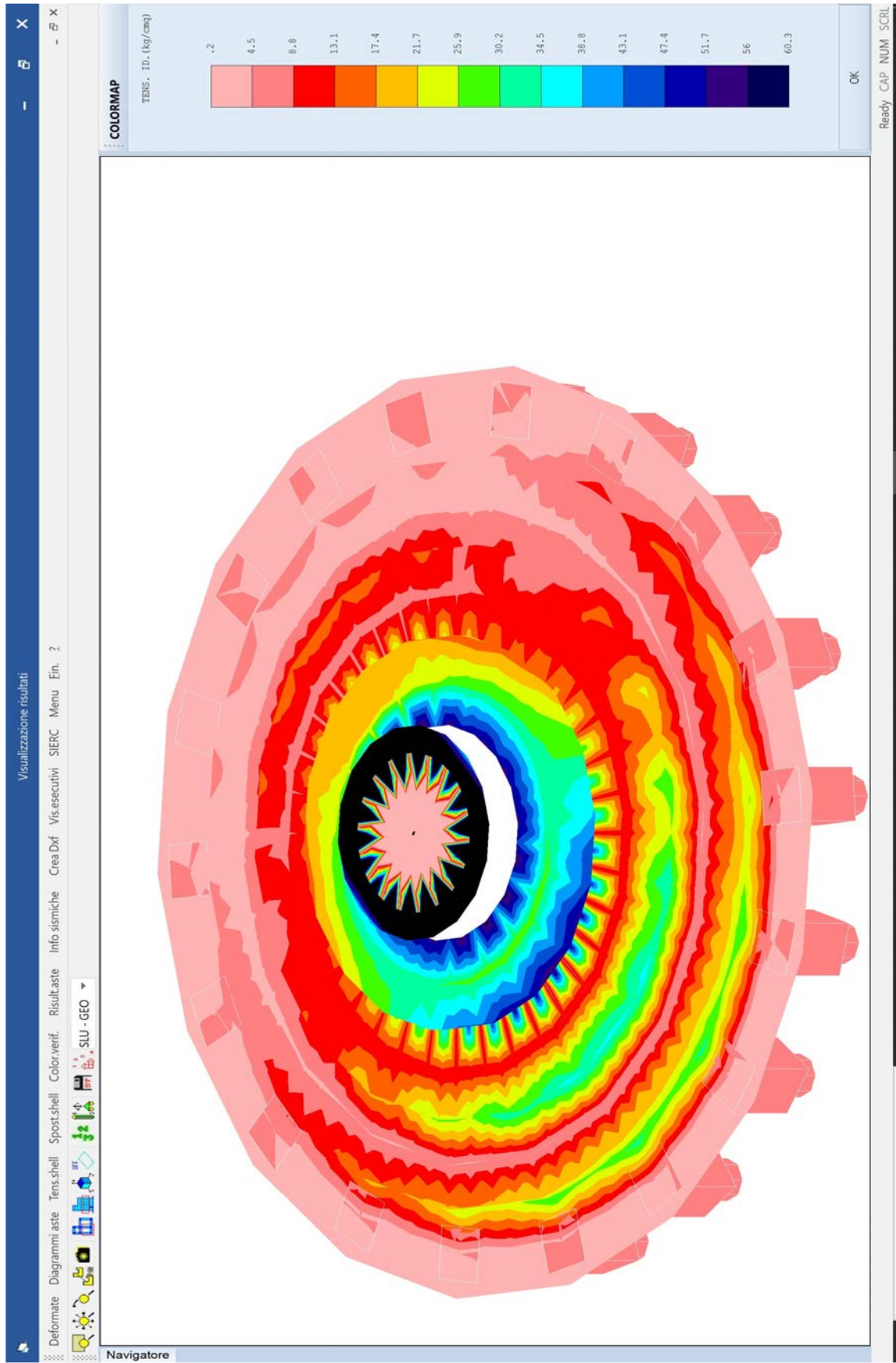
Si riportano di seguito alcuni grafici e diagrammi relativi alle deformazioni ed alle sollecitazioni della struttura nelle condizioni più sfavorevoli.



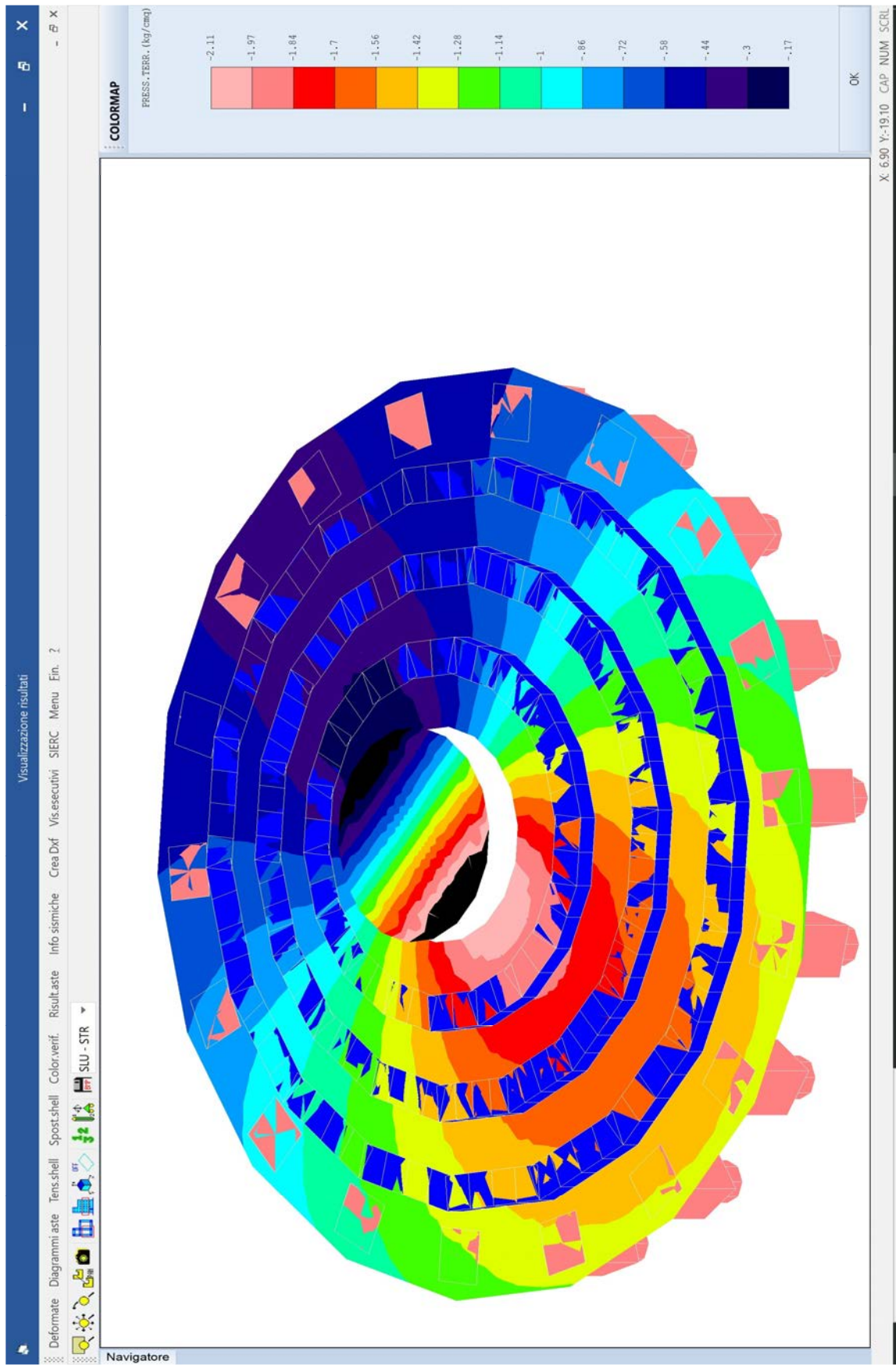
**Verifica della piastra**



***Tensioni ideali nella verifica SLU-STR***

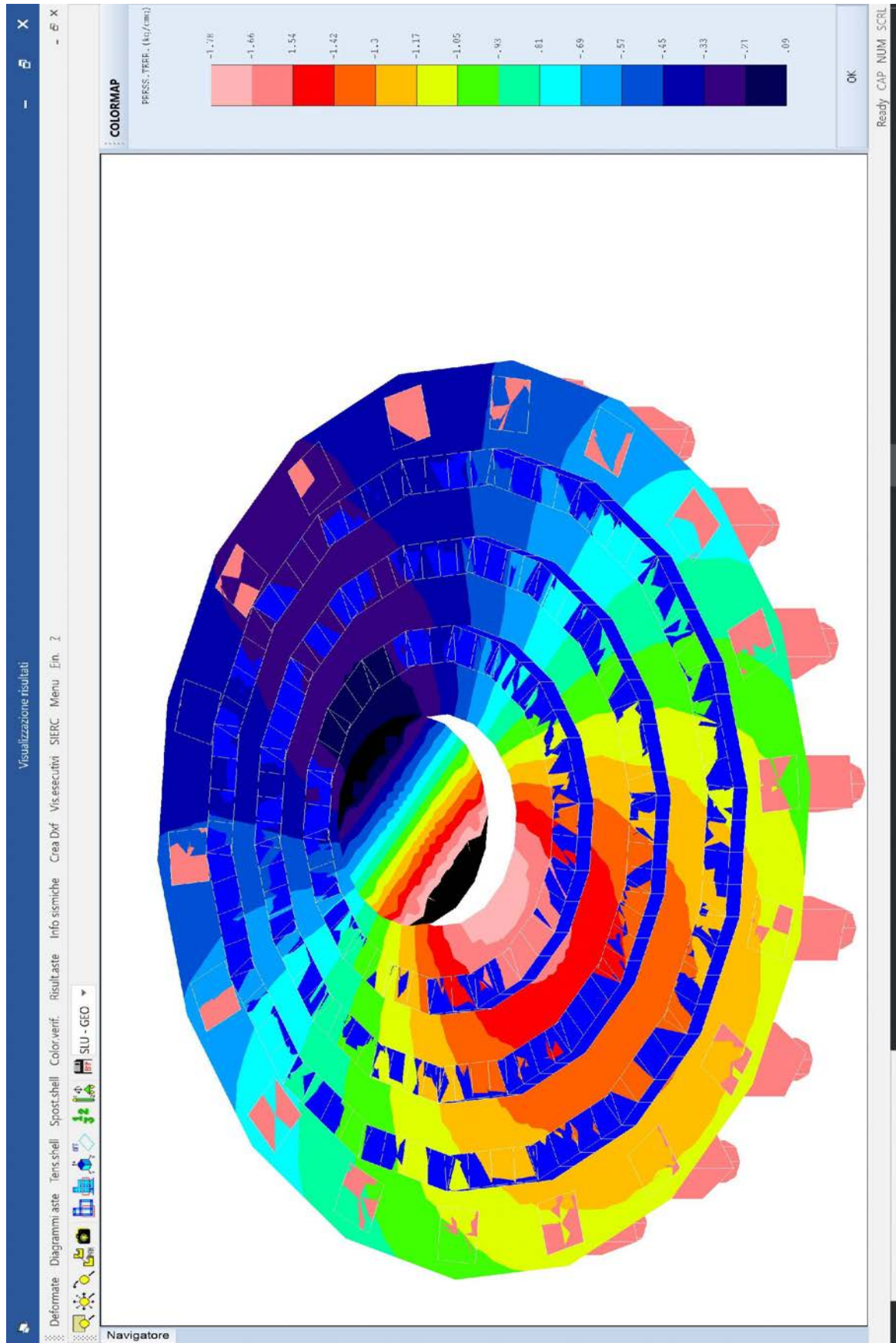


***Tensioni ideali nella verifica SLU-GEO***



**Pressioni terreno nella verifica SLU-STR**





***Pressioni terreno nella verifica SLU-GEO***

# 11 RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

## 11.1 RELAZIONE GEOLOGICA

Fa parte integrante del presente progetto, la "Relazione geologica" a firma del **Dott. Geol. Ignazio Giuffrè**, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 1917.

## 11.2 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

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	B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Condizioni topografiche	T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

Per quanto riguarda le caratteristiche del terreno di fondazione (Formazione Terravecchia), si riportano i seguenti parametri relativi alle argille giallo-rossastre su cui sarà poggiata la piastra di fondazione e che saranno raggiunte dai pali di fondazione in c.a.:

Argille giallo-rossastre e peliti sabbiose:

$\gamma$  Terreno  $\gamma_t = 1950$  Kg/mc

$\phi$  Terreno  $\phi = 23^\circ$

Coesione drenata  $c' = 0,2$  Kg/cm $^2$

## 11.3 RELAZIONE GEOTECNICA

La presente relazione riferisce sulle scelte progettuali in termini di fondazioni e sulle verifiche e calcoli eseguiti al fine di valutare l'idoneità del miglior sistema fondale in relazione ai diversi aspetti progettuali. Infatti, considerata la natura del sito e la sua morfologia, le caratteristiche di rigidità della struttura sovrastante, le dimensioni planimetriche della struttura e l'entità dei carichi trasmessi al terreno, nonché la presenza di terreni di natura limo-argillosa a comportamento coesivo che possono dar luogo a cedimenti differenziali, si è optato per la realizzazione di una fondazione indiretta su pali. Tale scelta, più cautelativa rispetto alle fondazioni dirette, permette di raggiungere margini di sicurezza più elevati in relazione al ribaltamento e allo scorrimento della struttura. Le verifiche tengono conto dei parametri geotecnici e sismici desunti dalle indagini eseguite.

Nei tabulati di calcolo allegati alla presente sono illustrati i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi alla fondazione realizzata con plinti su pali.

### 11.3.1 **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 Applicativa n. 7 del 21/01/2019.

Gli scarichi utilizzati per la verifica delle fondazioni sono stati forniti dal produttore della struttura in elevazione.

Sarà realizzata una fondazione diretta a plinto (platea) circolare del diametro di 26,00 m, su n. 18 pali del diametro di 1,20 m e lunghezza di 20,00 m.

Il plinto sarà composto da un anello esterno a sezione tronco conica di altezza variabile tra 150 cm e 310 cm e da un nucleo centrale cilindrico del diametro di 6,00 m e di altezza pari a 3,50 m.

All'interno del nucleo centrale saranno annegati i tiranti di collegamento della torre alle fondazioni, eseguito a mezzo di flange serrate con bulloni.

I pali di fondazione saranno posti ad una distanza di 11,50 m dal centro del plinto e saranno equidistanti tra loro.

La tipologia di pali di fondazione utilizzata è indicata nei tabulati di calcolo come di tipo 1 – monopalo.

### 11.3.2 **Calcolo plinto rettangolare su pali**

I plinti rettangolari su pali sono ipotizzati a comportamento perfettamente rigido per quanto riguarda la distribuzione degli sforzi sui pali. La distribuzione e l'entità degli sforzi sui pali è quindi funzione dell'eccentricità risultante di tutti gli sforzi che scaricano in fondazione, compreso il peso proprio del plinto.

Il calcolo dell'armatura del plinto è svolto con procedure semplificate, sufficientemente valide in quanto i plinti di fondazione sono abbastanza tozzi da potere ricondurre il comportamento a piastra a quello di quattro mensole incastrate al piede del pilastro, essendo tale schema in vantaggio di sicurezza rispetto a quello più esatto di piastra.

L'armatura del grigliato di base è ottenuta dal calcolo a flessione semplice, schematizzando l'intero plinto come quattro mensole incastrate al piede del pilastro, caricate dagli sforzi dei pali che scaricano su di esse, secondo la combinazione di carico più gravosa.

La verifica a taglio viene effettuata sempre sulle stesse mensole, su una sezione di riferimento distante dal filo del pilastro (torre) di un tratto pari alla metà dell'altezza massima del plinto. La soddisfazione di tale verifica implica automaticamente la soddisfazione della verifica a punzonamento per lo sforzo normale del pilastro. Una verifica analoga viene effettuata per il punzonamento dei singoli pali. Qualora le tensioni tangenziali massime di lavoro risultino superiori a quelle ammissibili il taglio viene assorbito da armature sagomate per quanto riguarda il pilastro e da staffe di sospensione, disposte tra palo e palo, per quanto riguarda il punzonamento dei pali.

Se la lunghezza della mensola di verifica, misurata da filo del pilastro all'asse del palo più lontano, è inferiore all'altezza massima del plinto, essa si suppone sufficientemente tozza da non richiedere alcuna verifica a taglio e la verifica dell'armatura di base viene effettuata secondo lo schema semplificato di puntone e tirante.

### 11.3.3 **Pali di fondazione**

I pali di fondazione collegati alla zattera di fondazione risultano sollecitati, oltre che a sforzo normale e a taglio, anche a momento flettente indotto dal taglio. Tali sollecitazioni sono diverse per i pali nelle varie posizioni, per cui la verifica viene ripetuta tutte le volte che è necessario.

Il taglio agente sul palo si ottiene ripartendo l'azione tagliante e torcente complessiva trasmessa al plinto, che si suppone a comportamento rigido. Circa il momento flettente, il calcolo viene effettuato con il metodo degli elementi finiti, utilizzando il modello di trave su suolo alla *Winkler* sottoposta ad una forza tagliante ad un estremo. Nel caso di tratto sveltante viene aggiunto un tratto di palo non contrastato dall'azione del terreno. Ai fini del calcolo il palo è suddiviso in tronchi per i quali la costante di *Winkler* varia con la profondità. In mancanza di dati espliciti forniti in input, la costante di *Winkler* viene ricavata con la seguente espressione (cfr. *Bowles Fondazioni*, pag.649):

$$K_w = 40 \cdot (c \cdot N_c + 0,5 \cdot g \cdot l \cdot N_g + g \cdot N_q \cdot z)$$

essendo:

$c$  = coesione  
 $g$  = peso specifico efficace  
 $N_c, N_q, N_g$  = coefficienti di portanza  
 $z$  = ascissa della profondità

La verifica dell'armatura del palo viene effettuata con un calcolo a presso-flessione, per tutte le combinazioni di carico previste e per tutti i pali.

### 11.3.4 **Capacità portante dei pali di fondazione**

La portanza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. E' data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo le norme *A.G.I.* La formula di seguito riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

Nel caso di terreni coesivi ( $cm > 0$ ):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot l \cdot \alpha \cdot cm$$

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (9 \cdot cb + \alpha m \cdot l)$$

essendo (esprimendo  $cm$  in Kg/cmq):

$$\alpha = 0,9 \text{ per } cm \leq 0,25$$

$$\alpha = 0,8 \text{ per } 0,25 < cm \leq 0,50$$

$$\alpha = 0,6 \text{ per } 0,50 < cm \leq 0,75$$

$$\alpha = 0,4 \text{ per } 0,75 < cm$$

Nel caso di terreni incoerenti ( $cm=0$ ):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot \frac{l}{2} \cdot \sum \left[ K \cdot \tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi + 2 \cdot h \cdot \tan \phi \cdot \sum (\tau \cdot h) \right]$$

essendo:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \frac{1}{1 - \tan(0,8 \cdot \phi) \cdot (1 - \sin \phi)}$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato  $i$ -esimo.

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \alpha m \cdot l \cdot N_q$$

il termine  $N_q$  è funzione di  $\phi$  e del rapporto  $h / D$ , ricavato per interpolazione lineare in base alla seguente tabella (valida nel caso di  $D$  minore o uguale al diametro limite impostato nei dati generali, pari a 60 o 80 cm):

	$\phi_b$	0	28	30	32	34	36	38	40	
25	$N_q$	0	12	17	25	40	58	89	137	per $h / D =$
50	$N_q$	0	9	14	22	37	56	88	136	per $h / D =$
o in base a quest'altra (per D maggiore del diametro limite):										
	$\phi_b$	0	25	30	35	40				
	$N_q$	0	4,0	10,0	18,8	32,8				per $h / D = 4$
	$N_q$	0	5,2	8,8	15,2	28,5				per $h / DS = 32$

In presenza di fenomeni di attrito negativo, alla portata laterale va sottratto il seguente termine:

$$R_{neg} = \pi \cdot D \cdot \tau_m \cdot l \cdot Lambe$$

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

$D$	=	diametro del palo
$L$	=	lunghezza del palo
$H$	=	spessore dello strato di terreno attraversato
$Ra$	=	portanza per attrito laterale
$Rb$	=	portanza alla base
$\tau$	=	peso specifico del terreno del singolo strato
$\tau_m$	=	peso specifico in media pesata sugli strati
$\phi$	=	angolo di attrito interno del terreno del singolo strato
$cb$	=	coesione del terreno dello strato di base
$cm$	=	coesione in media pesata sugli strati
$Lambe$	=	coefficiente di Lambe per il calcolo dell'attrito negativo

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso.

### 11.3.5 **Carico limite orizzontale dei pali di fondazione**

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di Broms. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$P_u = 9 * C_u * D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 * K_p * g * z + 9 * C) * D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

$D$	=	diametro del palo
$C_u$	=	coesione non drenata
$C$	=	coesione drenata
$K_p$	=	costante di spinta passiva

$g$  = peso specifico del terreno  
 $z$  = profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

#### **11.4 VERIFICHE DEL PLINTO E DEI PALI DI FONDAZIONE**

Delle verifiche del plinto (piastra) di fondazione è già stato detto in precedenza.

Nei tabulati di calcolo allegati alla presente sono illustrati anche i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi ai pali di fondazione (indicati come "plinti su pali" nel modello di calcolo, in questi casi il "plinto" è rappresentativo del nodo in corrispondenza del quale ogni singolo palo di fondazione è incastrato alla piastra grande).

Le tabelle di verifica sono contenute nei tabulati di calcolo allegati alla presente.

## **12 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 loro 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 rigidezza 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  $\geq 12$  mm;

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

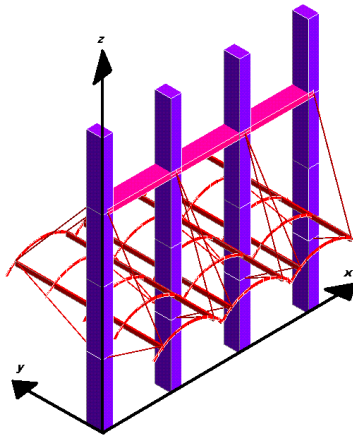
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 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

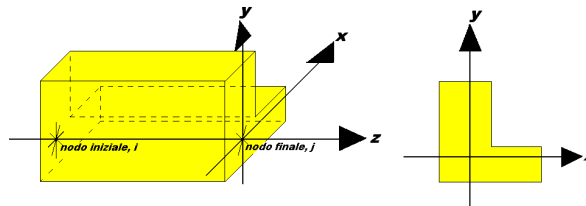
### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

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:



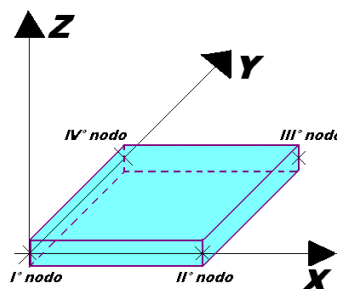
### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

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 di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'archivio materiali.

<b>Materiale N.ro</b>	: Numero identificativo del materiale in esame
<b>Densità</b>	: Peso specifico del materiale
<b>Ex / 1E3</b>	: Modulo elastico in direzione x diviso per 1000
<b>Ni.x</b>	: Coefficiente di Poisson in direzione x
<b>Alfa.x</b>	: Coefficiente di dilatazione termica in direzione x
<b>Ey / 1E3</b>	: Modulo elastico in direzione y diviso per 1000
<b>Ni.y</b>	: Coefficiente di Poisson in direzione y
<b>Alfa.y</b>	: Coefficiente di dilatazione termica in direzione y
<b>E11 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 1a colonna
<b>E12 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 2a colonna
<b>E13 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 1a riga - 3a colonna
<b>E22 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 2a riga - 2a colonna
<b>E23 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 2a riga - 3a colonna
<b>E33 / 1E3</b>	: Elemento della matrice elastica diviso per 1000, 3a riga - 3a colonna

● 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.

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

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

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input dei fili fissi:

- **Filo** : Numero del filo fisso in pianta.
- **Ascissa** : Ascissa.
- **Ordinata** : Ordinata.

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input delle quote di piano:

- **Quota** : Numero identificativo della quota del piano.
- **Altezza** : Altezza dallo spiccatto di fondazione.
- **Tipologia** : Le tipologie previste sono due:

**0 = Piano sismico**, ovvero piano che è sede di massa, sia strutturale che portata, che deve essere considerata ai fini del calcolo sismico. Tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di impalcato rigido.

**1 = Interpiano**, ovvero quota intermedia che ha rilevanza ai fini della geometria strutturale ma la cui massa non viene considerata a questa quota ai fini sismici. I nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti.



- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'input piastre.

<b>Piastra N.ro</b>	: Numero identificativo della piastra in esame
<b>Filo 1</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il primo spigolo della piastra
<b>Filo 2</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il secondo spigolo della piastra
<b>Filo 3</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il terzo spigolo della piastra
<b>Filo 4</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il quarto spigolo della piastra
<b>Tipo carico</b>	: Numero di archivio delle tipologie di carico
<b>Quota filo 1</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del primo filo fisso
<b>Quota filo 2</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del secondo filo fisso
<b>Quota filo 3</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del terzo filo fisso
<b>Quota filo 4</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del quarto filo fisso
<b>Tipo sezione</b>	: Numero identificativo della sezione della piastra
<b>Spessore</b>	: Spessore della piastra
<b>Kwinkler</b>	: Costante di Winkler del terreno su cui poggia la piastra (zero nel caso di piastre in elevazione)
<b>Tipo mater.</b>	: Numero di archivio dei materiali shell

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei carichi e vincoli nodali.

<b>Filo</b>	: Numero identificativo del filo fisso
<b>Quo N.</b>	: Numero identificativo della quota di riferimento secondo la codifica dell'input quote
<b>D.Quo.</b>	: Delta quota, ovvero scostamento della quota del nodo dalla quota di riferimento
<b>P. Sis</b>	: Piano sismico di appartenenza del nodo in esame. È possibile avere più piani sismici alla stessa quota di impalcato
<b>Codi</b>	: Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:

**I** = Incastro  
**A** = Automatico  
**C** = Cerniera sferica  
**E** = Esplicito

*Il vincolo di tipo 'A', cioè' automatico, corrisponde ad un tipo di vincolo scelto dal programma in funzione delle varie situazioni strutturali riscontrate. Per valutare quale tipo di vincolo è stato imposto da CDSWin in questi casi è necessario riferirsi ai dati delle successive colonne della presente tabella di stampa*

<b>Tx, Ty, Tz</b>	: Valori delle rigidezze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo
<b>Rx, Ry, Rz</b>	: Valori delle rigidezze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo
<b>Fx, Fy, Fz</b>	: Valori delle forze concentrate applicate al nodo in esame
<b>Mx, My, Mz</b>	: Valori delle coppie concentrate applicate al nodo in esame

## ARCHIVIO MATERIALI PIASTRE: MATRICE ELASTICA

Materiale N.ro	Densita' kg/mc	Ex/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	Ni.x	Alfa.x (*1E5)	Ey/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	Ni.y	Alfa.y (*1E5)	E11/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E12/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E13/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E22/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E23/1E3 kg/cm <sup>2</sup>	E33/1E3 kg/cm <sup>2</sup>
1	2500	285	0,20	0,00	285	0,20	0,00	296	59	0	296	0	119
11	2000	53	0,25	1,00	53	0,25	1,00	57	14	0	57	0	21
12	1800	25	0,25	1,00	25	0,25	1,00	27	7	0	27	0	10
13	1900	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
14	1800	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
15	1900	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
16	1900	30	0,25	1,00	30	0,25	1,00	32	8	0	32	0	12
17	1900	30	0,25	1,00	30	0,25	1,00	32	8	0	32	0	12

## ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO

Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO
1	300	100	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3	33	
2	0	2560	2000	200	Categ. G	0,7	0,5	0,3		Piazzale
3	0	1920	2000	200	Categ. G	0,7	0,5	0,3		Piazzale
4	0	1280	2000	200	Categ. G	0,7	0,5	0,3		Piazzale
5	0	640	2000	200	Categ. G	0,7	0,5	0,3		Piazzale
6	0	100	600	0	Categ. F	0,7	0,7	0,6		Interno torre

## 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/cm <sup>2</sup>	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	C28/35	FeB44k	323082	0,20	2500	AGGR. CX4	SENSIBILE	0,00	3,0	5,2	24	10	80	1	0
3	PILAS	60	100	C25/30	FeB44k	314758	0,20	2500	ORDIN. X0	SENSIBILE	0,00	2,0	3,6	16	8	70	1	

## CRITERI DI PROGETTO

## CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rdc	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar --- kg/cm <sup>2</sup>	σcPer --- kg/cm <sup>2</sup>	σfRar ---	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	280,0	158,0	158,0	4400	4400	3826	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,2	0,0	168,0	126,0	3520				2,0	0,04
3	PILAS	250,0	141,0	141,0	4400	4400	3826	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,3	0,2	150,0	112,0	3520				2,0	0,04

## MATERIALI SHELL IN C.A.

IDENT		%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO		
Mat. N.ro	Rig Fls	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cm <sup>2</sup>	Pois-son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)		
1	100	C20/25	B450C	299619	0,20	2500	ORDIN. X0	POCO SENS.	0,00	2,0	2,0		

## MATERIALI SHELL IN C.A.

## CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rdc	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar --- kg/cm <sup>2</sup>	σcPer --- kg/cm <sup>2</sup>	σfRar ---	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	SETTI	200,0	113,0	113,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50			0,4	0,3	120,0	90,0	3600					

## MATERIALI SETTI CLS DEBOLMENTE ARMATI

IDEN		COMPONENTI			PILASTRINI			TRAVETTE			DATI DI CALCOLO					
Mat. N.ro	Tipo Cassero	Classe CLS	Classe Acc.	Base cm	Altez. cm	Inter. cm	Base cm	Altez. cm	Inter. cm	Sp.Equiv. cm	Gamma Eq. kg/mq	Riduz Mod.G	Riduz Mod.E	Coprif. cm	Strati Armature	
2	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	16,00	22,80	14,00	10,00	25,00	12,00	433,00	2,20	1,00	2,00	1	
3	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	14,00	22,80	14,00	10,00	25,00	10,60	384,00	2,20	1,00	2,00	1	
4	LegnoBloc	C25/30	B450C	21,00	18,00	25,00	16,00	10,00	25,00	15,12	488,00	2,20	1,00	2,00	1	
5	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,00	17,50	25,00	14,00	10,00	25,00	12,60	509,00	2,20	1,00	2,00	1	
6	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,00	11,00	25,00	14,00	10,00	25,00	7,90	495,00	2,20	1,00	2,00	1	
7	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	12,00	22,80	14,00	10,00	25,00	9,00	316,00	2,20	1,00	2,00	1	
8	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	15,00	25,00	14,00	10,00	25,00	11,70	368,00	2,20	1,00	2,00	1	
9	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	18,00	25,00	14,00	10,00	25,00	14,00	445,00	2,20	1,00	2,00	1	
10	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	21,00	25,00	14,00	10,00	25,00	16,40	511,00	2,20	1,00	2,00	1	

## CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE		
Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>
1	10,00	0,00	Trz/Cmp	2	10,00	0,00	Trz/Cmp				

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

Massima dimens. dir. X (m)	25,60	Altezza edificio (m)	3,00
Massima dimens. dir. Y (m)	26,00	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	13,25208	Latitudine Nord (Grd)	37,90585

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,20000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
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
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,27
Fo	2,33	Fv	0,90
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,13
Periodo TC (sec.)	0,39	Periodo TD (sec.)	1,93
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,21	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,46	Fv	1,54
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,19	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	2,46
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 1</b>			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 2</b>			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	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 E TIPOLOGIA FILI FISSI**

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00		2	0,00	2,25
3	0,77	2,11		4	1,45	1,72
5	1,95	1,13		6	2,22	0,39
7	2,22	-0,39		8	1,95	-1,13
9	1,45	-1,72		10	0,77	-2,11
11	0,00	-2,25		12	-0,77	-2,11
13	-1,45	-1,72		14	-1,95	-1,13
15	-2,22	-0,39		16	-2,22	0,39
17	-1,95	1,13		18	-1,45	1,72
19	-0,77	2,11		20	0,00	3,00
21	1,03	2,82		22	1,93	2,30
23	2,60	1,50		24	2,95	0,52
25	2,95	-0,52		26	2,60	-1,50
27	1,93	-2,30		28	1,03	-2,82
29	0,00	-3,00		30	-1,03	-2,82
31	-1,93	-2,30		32	-2,60	-1,50
33	-2,95	-0,52		34	-2,95	0,52
35	-2,60	1,50		36	-1,93	2,30
37	-1,03	2,82		38	0,00	5,50
39	1,88	5,17		40	3,54	4,21
41	4,76	2,75		42	5,42	0,96
43	5,42	-0,96		44	4,76	-2,75

## COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
45	3,54	-4,21		46	1,88	-5,17
47	0,00	-5,50		48	-1,88	-5,17
49	-3,54	-4,21		50	-4,76	-2,75
51	-5,42	-0,96		52	-5,42	0,96
53	-4,76	2,75		54	-3,54	4,21
55	-1,88	5,17		56	0,00	8,00
57	2,74	7,52		58	5,14	6,13
59	6,93	4,00		60	7,88	1,39
61	7,88	-1,39		62	6,93	-4,00
63	5,14	-6,13		64	2,74	-7,52
65	0,00	-8,00		66	-2,74	-7,52
67	-5,14	-6,13		68	-6,93	-4,00
69	-7,88	-1,39		70	-7,88	1,39
71	-6,93	4,00		72	-5,14	6,13
73	-2,74	7,52		74	0,00	10,50
75	3,59	9,87		76	6,75	8,04
77	9,09	5,25		78	10,34	1,82
79	10,34	-1,82		80	9,09	-5,25
81	6,75	-8,04		82	3,59	-9,87
83	0,00	-10,50		84	-3,59	-9,87
85	-6,75	-8,04		86	-9,09	-5,25
87	-10,34	-1,82		88	-10,34	1,82
89	-9,09	5,25		90	-6,75	8,04
91	-3,59	9,87		92	0,00	11,75
93	4,02	11,04		94	7,55	9,00
95	10,18	5,88		96	11,57	2,04
97	11,57	-2,04		98	10,18	-5,88
99	7,55	-9,00		100	4,02	-11,04
101	0,00	-11,75		102	-4,02	-11,04
103	-7,55	-9,00		104	-10,18	-5,88
105	-11,57	-2,04		106	-11,57	2,04
107	-10,18	5,88		108	-7,55	9,00
109	-4,02	11,04		110	0,00	13,00
111	4,45	12,22		112	8,36	9,96
113	11,26	6,50		114	12,80	2,26
115	12,80	-2,26		116	11,26	-6,50
117	8,36	-9,96		118	4,45	-12,22
119	0,00	-13,00		120	-4,45	-12,22
121	-8,36	-9,96		122	-11,26	-6,50
123	-12,80	-2,26		124	-12,80	2,26
125	-11,26	6,50		126	-8,36	9,96
127	-4,45	12,22				

## QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp		Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp	
			XY	Alt.				XY	Alt.
0	0,00	Piano Terra			1	3,00	Piano sismico	NO	NO
2	0,40	Piano Deform.	NO	NO	3	0,80	Piano Deform.	NO	NO
4	1,20	Piano Deform.	NO	NO	5	2,00	Piano Deform.	NO	NO

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
91	92	74	75	93	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
92	93	75	76	94	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
93	94	76	77	95	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
94	95	77	78	96	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
95	96	78	79	97	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 0 m													
Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
96	97	79	80	98	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
97	98	80	81	99	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
98	99	81	82	100	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
99	100	82	83	101	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
100	101	83	84	102	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
101	102	84	85	103	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
102	103	85	86	104	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
103	104	86	87	105	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
104	105	87	88	106	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
105	106	88	89	107	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
106	107	89	90	108	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
107	108	90	91	109	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
108	109	91	74	92	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
109	110	92	93	111	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
110	111	93	94	112	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
111	112	94	95	113	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
112	113	95	96	114	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
113	114	96	97	115	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
114	115	97	98	116	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
115	116	98	99	117	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
116	117	99	100	118	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
117	118	100	101	119	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
118	119	101	102	120	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
119	120	102	103	121	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
120	121	103	104	122	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
121	122	104	105	123	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
122	123	105	106	124	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
123	124	106	107	125	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
124	125	107	108	126	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
125	126	108	109	127	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1
126	127	109	92	110	2	0	0	0	0	5	150,0	10,0	1

GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 3 m													
Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
1	2	1	3	3	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
2	3	1	4	4	7	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
3	9	1	10	10	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
4	10	1	11	11	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
5	11	1	12	12	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
6	12	1	13	13	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
7	18	1	19	19	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
8	19	1	2	2	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
9	4	1	5	5	6	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
10	5	1	6	6	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
11	6	1	7	7	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
12	7	1	8	8	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
13	8	1	9	9	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
14	13	1	14	14	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
15	14	1	15	15	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
16	15	1	16	16	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
17	16	1	17	17	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1
18	17	1	18	18	3	1	1	1	1	6	50,0	0,0	1

GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA .4 m													
Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
73	74	56	57	75	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
74	75	57	58	76	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
75	76	58	59	77	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
76	77	59	60	78	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA .4 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cm <sup>2</sup>	Tipo Mat.
77	78	60	61	79	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
78	79	61	62	80	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
79	80	62	63	81	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
80	81	63	64	82	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
81	82	64	65	83	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
82	83	65	66	84	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
83	84	66	67	85	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
84	85	67	68	86	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
85	86	68	69	87	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
86	87	69	70	88	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
87	88	70	71	89	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
88	89	71	72	90	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
89	90	72	73	91	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1
90	91	73	56	74	3	2	2	2	2	4	190,0	10,0	1

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA .8 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cm <sup>2</sup>	Tipo Mat.
1	56	38	39	57	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
2	57	39	40	58	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
3	58	40	41	59	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
4	59	41	42	60	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
5	60	42	43	61	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
6	61	43	44	62	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
7	62	44	45	63	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
8	63	45	46	64	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
9	64	46	47	65	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
10	65	47	48	66	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
11	66	48	49	67	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
12	67	49	50	68	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
13	68	50	51	69	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
14	69	51	52	70	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
15	70	52	53	71	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
16	71	53	54	72	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
17	72	54	55	73	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1
18	73	55	38	56	4	3	3	3	3	3	230,0	10,0	1

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 1.2 m

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cm <sup>2</sup>	Tipo Mat.
1	38	20	21	39	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
2	39	21	22	40	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
3	40	22	23	41	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
4	41	23	24	42	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
5	42	24	25	43	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
6	43	25	26	44	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
7	44	26	27	45	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
8	45	27	28	46	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
9	46	28	29	47	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
10	47	29	30	48	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
11	48	30	31	49	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
12	49	31	32	50	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
13	50	32	33	51	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
14	51	33	34	52	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
15	52	34	35	53	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
16	53	35	36	54	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
17	54	36	37	55	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1
18	55	37	20	38	5	4	4	4	4	2	270,0	10,0	1

## GEOMETRIA PIASTRE ALLA QUOTA 2 m

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

Piastra N.ro	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Tipo Car.	Quota Filo1	Quota Filo2	Quota Filo3	Quota Filo4	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.
1	2	1	3	3	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
2	3	1	4	4	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
3	4	1	5	5	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
4	5	1	6	6	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
5	6	1	7	7	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
6	7	1	8	8	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
7	8	1	9	9	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
8	9	1	10	10	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
9	10	1	11	11	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
10	11	1	12	12	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
11	12	1	13	13	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
12	13	1	14	14	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
13	14	1	15	15	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
14	15	1	16	16	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
15	16	1	17	17	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
16	17	1	18	18	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
17	18	1	19	19	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
18	19	1	2	2	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
19	20	2	3	21	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
20	21	3	4	22	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
21	22	4	5	23	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
22	23	5	6	24	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
23	24	6	7	25	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
24	25	7	8	26	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
25	26	8	9	27	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
26	27	9	10	28	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
27	28	10	11	29	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
28	29	11	12	30	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
29	30	12	13	31	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
30	31	13	14	32	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
31	32	14	15	33	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
32	33	15	16	34	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
33	34	16	17	35	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
34	35	17	18	36	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
35	36	18	19	37	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1
36	37	19	2	20	6	5	5	5	5	1	350,0	10,0	1

## NODI ALLA QUOTA 3 m

IDENTIFICAZIONE					RIGIDEZZE NODO ESTERNE						CARICHI NODALI CONCENTRATI					
Filo N.ro	Quo N.	D.Quo cm	P. sis	Co di	Tx (t/m)	Ty (t/m)	Tz (t/m)	Rx (t-m)	Ry (t-m)	Rz (t-m)	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Mz (t-m)
1	1	0	0	A	0	0	0	0	0	0	103,549	0,000	-491,482	0,000	-10760,000	-793,662

## COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,30	1,30
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50
Var.Par.q<30Kn	1,50	1,05
Var.Neve h>1000	1,05	1,50
Var.Par.q>30Kn	1,50	1,05

## COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Par.q<30Kn	1,00	0,70
Var.Neve h>1000	0,70	1,00
Var.Par.q>30Kn	1,00	0,70

## COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Par.q<30Kn	0,70	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,50
Var.Par.q>30Kn	0,50	0,30

## COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.S. - Full - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232



**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Var.Par.q<30Kn	0,60
Var.Neve h>1000	0,20
Var.Par.q>30Kn	0,30

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
<b>Nx</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>Ny</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Txy</b>	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
<b>Mx</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>My</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>Mxy</b>	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
<b>ε<sub>cx</sub> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b>ε<sub>cy</sub> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b>ε<sub>fx</sub> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
<b>ε<sub>fy</sub> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
<b>Ax superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
<b>Ay superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
<b>Ax inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
<b>Ay inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
<b>Atag</b>	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
<b>σ<sub>t</sub></b>	: Tensione massima di contatto con il terreno
<b>Eta</b>	: Abbassamento verticale del nodo in esame
<b>Fpunz</b>	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
<b>FpunzLi</b>	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
<b>Apunz</b>	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
<b>VE<sub>d</sub></b>	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
<b>VR<sub>d,max</sub></b>	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
<b>x/d</b>	: Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

<b>Quota</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim.</b>	: Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
<b>Comb Cari</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
<b>Fes lim</b>	: Fessura limite espressa in mm
<b>Fess.</b>	: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
<b>Dist mm</b>	: Distanza fra le fessure
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Cos teta</b>	: Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
<b>Sin teta</b>	: Seno dell'angolo teta
<b>Combina Carico</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
<b>s lim</b>	: Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup>
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x
<b>Conbin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale





S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 4 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
4	1	770	0	0	0	-403698	-547508	254884	4	5	16	16	47,8	64,8	23,9	32,4	0,0	0,2	-0,2			
4	1	776	0	0	0	-404333	-547232	-255183	4	5	16	16	47,8	64,7	23,9	32,4	0,0	0,2	-0,2			
4	1	779	0	0	0	-642534	-149758	-219358	6	2	16	16	76,0	17,7	38,0	21,7	0,0	0,3	-0,3			
4	1	785	0	0	0	-589767	534086	397725	6	5	16	16	69,8	31,6	34,9	63,2	0,0	0,7	-0,7			
4	1	788	0	0	0	654080	-534811	378995	6	5	16	16	38,7	63,3	77,4	31,6	0,0	0,9	-0,9			
4	1	794	0	0	0	717968	-301029	-272949	6	4	16	16	42,5	35,6	84,9	29,0	0,0	1,3	-1,3			
4	1	797	0	0	0	428553	655422	-289773	5	6	16	16	25,4	38,8	50,7	77,5	0,0	1,4	-1,4			
4	1	800	0	0	0	-21729	556399	256	1	5	15	16	2,6	32,9	1,3	65,8	0,0	1,5	-1,5			
4	1	803	0	0	0	429191	655285	290087	5	6	16	16	25,4	38,8	50,8	77,5	0,0	1,4	-1,4			
4	1	806	0	0	0	718179	-301500	272838	6	4	16	16	42,5	35,7	85,0	28,9	0,0	1,3	-1,3			
4	1	812	0	0	0	653813	-535073	-379267	6	5	16	16	38,7	63,3	77,4	31,7	0,0	0,9	-0,9			

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 5 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
5	1	176	0	0	0	76925	63276	-9759	1	1	15	15	3,5	2,9	7,0	5,8	0,0	1,8	-1,8			
5	1	184	0	0	0	-134971	-73403	-30421	2	1	16	15	12,3	6,7	6,2	3,3	0,0	0,4	-0,4			
5	1	185	0	0	0	-159801	-78597	-18174	2	1	16	15	14,6	7,2	7,3	3,6	0,0	0,2	-0,2			
5	1	186	0	0	0	-163062	-73184	-2184	2	1	16	15	14,9	6,7	7,4	3,3	0,0	0,1	-0,1			
5	1	187	0	0	0	-172940	-88749	14059	2	1	16	15	15,8	8,1	7,9	4,1	0,0	0,1	-0,1			
5	1	188	0	0	0	-163805	-96945	26899	2	2	16	16	15,0	8,8	7,5	4,4	0,0	0,2	-0,2			
5	1	189	0	0	0	-134706	-90467	34934	2	1	16	15	12,3	8,3	6,1	4,1	0,0	0,4	-0,4			
5	1	190	0	0	0	-92216	-71123	39280	1	1	15	15	8,4	6,5	4,2	3,2	0,0	0,6	-0,6			
5	1	193	0	0	0	140232	80619	35049	2	1	16	15	6,4	3,7	12,8	7,4	0,0	1,3	-1,3			
5	1	194	0	0	0	167753	82393	22251	2	1	16	15	7,7	3,8	15,3	7,5	0,0	1,5	-1,5			
5	1	195	0	0	0	170950	72904	4020	2	1	16	15	7,8	3,3	15,6	6,7	0,0	1,6	-1,6			
5	1	196	0	0	0	180344	87836	-15191	2	1	16	15	8,2	4,0	16,5	8,0	0,0	1,6	-1,6			
5	1	197	0	0	0	171802	100366	-30360	2	2	16	16	7,8	4,6	15,7	9,2	0,0	1,5	-1,5			
5	1	198	0	0	0	140360	97436	-39075	2	2	16	16	6,4	4,4	12,8	8,9	0,0	1,3	-1,3			
5	1	199	0	0	0	93671	79243	-41950	2	1	16	15	4,3	3,6	8,5	7,2	0,0	1,1	-1,1			
5	1	829	0	0	0	-121908	-75442	18528	2	1	16	15	11,1	6,9	5,6	3,4	0,0	0,2	-0,2			
5	1	830	0	0	0	-109424	-71560	19291	2	1	16	15	10,0	6,5	5,0	3,3	0,0	0,4	-0,4			
5	1	832	0	0	0	-108114	-75653	25307	2	1	16	15	9,9	6,9	4,9	3,5	0,0	0,3	-0,3			
5	1	856	0	0	0	117237	70242	-18011	2	1	16	15	5,4	3,2	10,7	6,4	0,0	1,5	-1,5			
5	1	857	0	0	0	104848	66536	-18647	2	1	16	15	4,8	3,0	9,6	6,1	0,0	1,3	-1,3			
5	1	859	0	0	0	103838	70642	-25056	2	1	16	15	4,7	3,2	9,5	6,4	0,0	1,4	-1,4			

## RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi ad una fondazione realizzata su plinti.

### π **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".

Gli scarichi utilizzati per la verifica delle fondazioni sono calcolati tenendo conto del principio di gerarchia delle resistenze, secondo quanto prevede la norma al punto 7.2.5.

### π **CODIFICA TIPOLOGIE**

CODICE	TIPOLOGIA
1	monopalo
2	bipalo
3	triangolare a tre pali
4	triangolare a quattro pali di cui uno centrale
5	rettangolare a quattro pali
6	rettangolare a cinque pali di cui uno centrale
7	pentagonale a cinque pali
8	pentagonale a sei pali di cui uno centrale
9	rettangolare a sei pali
10	esagonale a sei pali
11	esagonale a sei pali di cui uno centrale
12	rettangolare a nove pali
13	rettangolare diretto o su micropali

### • **PALI DI FONDAZIONE**

I pali di fondazione collegati alla zattera di fondazione risultano sollecitati, oltre che a sforzo normale e a taglio, anche a momento flettente indotto dal taglio. Tali sollecitazioni sono diverse per i pali nelle varie posizioni, per cui la verifica viene ripetuta tutte le volte che è necessario.

Il taglio agente sul palo si ottiene ripartendo l'azione tagliante e torcente complessiva trasmessa al plinto, che si suppone a comportamento rigido. Circa il momento flettente, il calcolo viene effettuato con il metodo degli elementi finiti, utilizzando il modello di trave su suolo alla *Winkler* sottoposta ad una forza tagliante ad un estremo. Nel caso di tratto sveltante viene aggiunto un tratto di palo non contrastato dall'azione del terreno. Ai fini del calcolo il palo è suddiviso in tronchi per i quali la costante di *Winkler* varia con la profondità. In mancanza di dati espliciti forniti in input, la costante di *Winkler* viene ricavata con la seguente espressione (cfr. *Bowles Fondazioni*, pag.649):

$$K_w = 40 \cdot (c \cdot N_c + 0,5 \cdot g \cdot l \cdot N_g + g \cdot N_q \cdot z)$$

essendo:

$c$  = coesione  
 $g$  = peso specifico efficace  
 $N_c, N_q, N_g$  = coefficienti di portanza  
 $z$  = ascissa della profondità

La verifica dell'armatura del palo viene effettuata con un calcolo a presso-flessione, per tutte le combinazioni di carico previste e per tutti i pali.

#### □ CAPACITA' PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE

La portanza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. E' data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo le norme A.G.I. La formula di seguito riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

Nel caso di terreni coesivi ( $c > 0$ ):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot l \cdot \alpha \cdot c_m$$

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (9 \cdot c_b + \alpha m \cdot l)$$

essendo (esprimendo  $c_m$  in Kg/cm<sup>2</sup>):

$$\begin{aligned}
 a &= 0,9 \text{ per } c_m \leq 0,25 \\
 a &= 0,8 \text{ per } 0,25 < c_m \leq 0,50 \\
 a &= 0,6 \text{ per } 0,50 < c_m \leq 0,75 \\
 a &= 0,4 \text{ per } c_m > 0,75
 \end{aligned}$$

Nel caso di terreni incoerenti ( $c = 0$ ):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot \frac{1}{2} \cdot \sum (K \cdot \tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi + K \cdot 2 \cdot h \cdot \tan \phi \cdot \sum (\tau \cdot h))$$

essendo:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \frac{1}{1 - \tan(0,8 \cdot \phi) \cdot (1 - \sin \phi)}$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato  $i$ -esimo.

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \alpha m \cdot l \cdot N_q$$

il termine  $N_q$  è funzione di  $f_b$  e del rapporto  $h / D$ , ricavato per interpolazione lineare in base alla seguente tabella (valida nel caso di  $D$  minore o uguale al diametro limite impostato nei dati generali, pari a 60 o 80 cm):

$f_b$	0	28	30	32	34	36	38	40	
$N_q$	0	12	17	25	40	58	89	137	per $h / D = 25$
$N_q$	0	9	14	22	37	56	88	136	per $h / D = 50$

o in base a quest'altra (per  $D$  maggiore del diametro limite):

$f_b$	0	25	30	35	40	
$N_q$	0	4,0	10,0	18,8	32,8	per $h / D = 4$
$N_q$	0	5,2	8,8	15,2	28,5	per $h / DS = 32$

In presenza di fenomeni di attrito negativo, al carico agente sul palo va aggiunto il seguente termine:

$$R_{neg} = p \cdot D \cdot \epsilon_m \cdot l \cdot \lambda m b e$$

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

$D$  = diametro del palo  
 $L$  = lunghezza del palo



$H$	= spessore dello strato di terreno attraversato
$Ra$	= portanza per attrito laterale
$Rb$	= portanza alla base
$t$	= peso specifico del terreno del singolo strato
$tm$	= peso specifico in media pesata sugli strati
$f$	= angolo di attrito interno del terreno del singolo strato
$cb$	= coesione del terreno dello strato di base
$cm$	= coesione in media pesata sugli strati
$Lambe$	= coefficiente di Lambe per il calcolo dell'attrito negativo

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso.

#### □ CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di Broms. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$P_u = 9 * C_u * D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 * K_p * g * z + 9 * C) * D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

$D$	= diametro del palo
$C_u$	= coesione non drenata
$C$	= coesione drenata
$K_p$	= costante di spinta passiva
$g$	= peso specifico del terreno
$z$	= profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

### LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI

#### ● TIPOLOGIE PLINTI POLIGONALI SU PALI

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

<b>Tipologia</b>	: Numero che identifica le caratteristiche generali del plinto: forma e numero di eventuali pali
<b>Tipo</b>	: Numero di archivio di un particolare plinto appartenente ad una certa tipologia
<b>D pali</b>	: Diametro dei pali
<b>L pali</b>	: Lunghezza dei pali
<b>Inter.</b>	: Interasse tra i pali disposti nei vertici del poligono di base
<b>H zatt.</b>	: Altezza della zattera di collegamento dei pali
<b>d zatt.</b>	: Sporgenza della zattera di collegamento dei pali oltre il bordo esterno dei pali
<b>Bicc.</b>	: Numero di archivio dell'eventuale innesto a bicchiere

- STRATIGRAFIA TERRENO**

**CARATTERISTICHE STRATO SUPERFICIALE**

<b>Crit.Nro</b>	: Numero del Criterio di Progetto
<b>Affond.</b>	: Altezza della quota del terreno vergine rispetto all'intradosso della fondazione
<b>Ricopr. Falda</b>	: Altezza della quota di terreno definitivo dallo spiccato di fondazione
<b>Fi</b>	: Profondita' della falda a partire dallo spiccato di fondazione.
<b>Ades.</b>	: Angolo di attrito interno in gradi
	: Adesione terreno-plinto

**STRATIGRAFIA COMPLETA**

<b>Strato Nro</b>	: Numero dello strato
<b>Descrizione</b>	: Descrizione dello strato
<b>Spess.</b>	: Spessore dello strato con caratteristiche omogenee
<b>Fi</b>	: Angolo di attrito interno del terreno in gradi
<b>Fi'</b>	: Angolo di attrito tra terreno e palo in gradi
<b>C'</b>	: Coesione drenata
<b>Cu</b>	: Coesione non drenata
<b>Peso</b>	: Peso specifico del terreno

L'interazione cinematica, dove valutata, palo-terreno è calcolata secondo le Norme NEHRP:

- Per lo strato omogeneo:

$$M(z) = E_p \cdot I_p \cdot \frac{a(z)}{V_s^2}$$

in cui:

- $E_p$  = modulo elastico longitudinale del palo
- $I_p$  = momento di inerzia del palo
- $a(z)$  = accelerazione sismica alla quota  $z$
- $V_s$  = velocità efficace delle onde di taglio dello strato

- Per il cambio strato:

$$M(z) = 0,042 \cdot S \cdot \frac{a}{g} \cdot g1 \cdot h1 \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{Ep}{E1}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{Vs2}{Vs1}\right)^{0,5}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- E1 = modulo elastico dello strato superiore
- $S \cdot \frac{a}{g}$  = accelerazione (in frazioni di g) sismica alla superficie
- g1 = peso specifico strato superiore
- h1 = altezza dello strato superiore
- d = diametro del palo
- L = lunghezza del palo
- Vs1;Vs2 = velocità efficaci delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore

I dati relativi all'interazione cinematica palo-terreno, hanno il significato seguente:

<b>Crit. N.ro</b>	: Numero del criterio di progetto
<b>Profond (m)</b>	: Profondità (media) che individua lo strato superiore in cui calcolare il momento per il cambio strato
<b>Vs1 ; Vs2</b>	: Velocità delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore
<b>Vs1/Vs1eff</b>	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde Vs2/Vs2eff di taglio del terreno soprastante (1) o sottostante (2) la quota di verifica in condizioni sismiche
<b>Vs</b>	: Velocità delle onde di taglio nello strato omogeneo
<b>Vs/Vseff</b>	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde di taglio del terreno nello strato omogeneo

#### • COORDINATE FILI FISSI

<b>Filo</b>	: Numero del filo fisso
<b>Ascissa</b>	: Ascissa
<b>Ordinata</b>	: Ordinata

#### • QUOTE DI PIANO E DI FONDAZIONE

<b>Quota</b>	: Numero della quota
<b>Altezza</b>	: Altezza misurata dallo spiccatto della fondazione più bassa
<b>Tipologia</b>	: Le possibilità sono due:

**"Piano sismico"**, ovvero rigido, nel senso che tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di connessione rigida.

**"Interpiano"**, ovvero deformabile, in quanto i nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti

- **GEOMETRIA PLINTI**

<b>Filo</b>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Quota</b>	: <i>Altezza del piano di posa del plinto</i>
<b>Tipolog</b>	: <i>Tipologia del plinto (vedi relazione generale).</i>
<b>Tipo</b>	: <i>Numero di archivio del tipo relativo alla tipologia assegnata</i>
<b>Ecc.X</b>	: <i>Eccentricità misurata lungo la direzione X del sistema di riferimento locale del plinto, del centro del rettangolo massimo di ingombro della sezione del pilastro, rispetto al baricentro della sezione di impronta del plinto</i>
<b>Ecc.Y</b>	: <i>Eccentricità misurata lungo la direzione Y del sistema di riferimento locale del plinto, del centro del rettangolo massimo di ingombro della sezione del pilastro, rispetto al baricentro della sezione di impronta del plinto</i>
<b>Rotaz.</b>	: <i>Rotazione degli assi di riferimento locali del plinto rispetto a quelli della sezione del pilastro, positiva se in senso orario</i>
<b>Zona</b>	: <i>Numero della zona di terreno con particolare stratigrafia su cui è posizionato il plinto</i>

- **SCARICHI IN FONDAZIONE**

<b>Filo</b>	: <i>Numero del filo fisso</i>
<b>Quota</b>	: <i>Quota alla quale si trova il plinto</i>
<b>Condizione di Carico</b>	: <i>Descrizione della condizione di carico alla quale si riferiscono gli scarichi</i>
<b>N</b>	: <i>Carico verticale, positivo se rivolto verso il basso</i>
<b>Mx</b>	: <i>Momento flettente con asse vettore parallelo all'asse X del sistema di riferimento globale</i>
<b>My</b>	: <i>Momento flettente con asse vettore parallelo all'asse Y del sistema di riferimento globale</i>
<b>Tx</b>	: <i>Componente lungo la direzione dell'asse X del sistema di riferimento globale del carico orizzontale</i>
<b>Ty</b>	: <i>Componente lungo la direzione dell'asse Y del sistema di riferimento globale del carico orizzontale</i>
<b>Mt</b>	: <i>Momento con asse vettore parallelo all'asse Z del sistema di riferimento globale</i>

- **VERIFICHE DI RESISTENZA PALI E MICROPALI DI FONDAZIONE**

**Filo N.** : *Filo fisso di riferimento*

**Sez. N.** : *Numero della sezione del palo in corrispondenza della quale viene effettuata la*

*Ing. Leonardo TRUBIA*

*SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232*

	<i>verifica</i>
<b>Dist</b>	: <i>Distanza della sezione di calcolo misurata a partire dalla testa del palo</i>
<b>Cmb</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica dei micropali</i>
<b>Cmb fle</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica a presso-flessione</i>
<b>Fil fle</b>	: <i>Fila nella quale la verifica a presso-flessione è più gravosa</i>
<b>Nsdu</b>	: <i>Sforzo normale di calcolo (sforzo parallelo all'asse) agente sul singolo palo utilizzato per la verifica a presso-flessione, positivo se di compressione</i>
<b>Msdu</b>	: <i>Momento flettente di calcolo agente sul singolo palo utilizzato per la verifica a presso-flessione</i>
<b>Atot</b>	: <i>Area complessiva delle armature della sezione uniformemente distribuite sul perimetro</i>
<b>Nrdu</b>	: <i>Sforzo normale associato al momento resistente ultimo agente sul singolo palo utilizzato per la verifica a presso-flessione, positivo se di compressione</i>
<b>Mrdu</b>	: <i>Momento flettente resistente ultimo sul singolo palo</i>
<b>Cmb tag</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica a taglio</i>
<b>Fil tag</b>	: <i>Fila nella quale la verifica a taglio è più gravosa</i>
<b>Vsdu</b>	: <i>Taglio massimo di calcolo (sforzo ortogonale all'asse del palo)</i>
<b>Vrdu</b>	: <i>Taglio resistente ultimo di calcolo per i micropali</i>
<b>Vrdu c</b>	: <i>Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo</i>
<b>Vrdu s</b>	: <i>Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe</i>
<b>A sta</b>	: <i>Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza</i>

- **VERIFICHE FESSURAZIONE PALI**

<b>Filo N.</b>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Tipo Comb</b>	: <i>Tipo di combinazione di carico</i>
<b>Cmb fes</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato</i>
<b>Fil fes</b>	: <i>Fila nella quale la verifica a fessurazione è più gravosa</i>
<b>Sez. fes</b>	: <i>Sezione del palo in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione</i>
<b>N fes</b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M fes</b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>Dist.</b>	: <i>Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio</i>
<b>W ese</b>	: <i>Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio</i>
<b>W max</b>	: <i>Ampiezza massima limite tra le fessure</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

- VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO PALI**

<b>Filo N.</b>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Tipo Comb</b>	: <i>Tipo di combinazione di carico</i>
<b>Cmb <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato</i>
<b>Fil <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Fila nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa</i>
<b>Sez. <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa</i>
<b>N <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b><math>\sigma_c</math></b>	: <i>Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio</i>
<b><math>\sigma_c</math> max</b>	: <i>Tensione massima limite nel calcestruzzo</i>
<b>Cmb <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato</i>
<b>Fil <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Fila nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa</i>
<b>Sez. <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa</i>
<b>N <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b><math>\sigma_f</math></b>	: <i>Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio</i>
<b><math>\sigma_f</math> max</b>	: <i>Tensione massima limite nell'acciaio</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

- VERIFICHE PUNZONAMENTO PALI O MICROPALI DI FONDAZIONE**

<b>Filo N.</b>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Crit N.</b>	: <i>Criterio geotecnico di riferimento</i>
<b>Diam</b>	: <i>Diametro dei pali</i>
<b>Spess</b>	: <i>Spessore della zattera di fondazione (lunghezza immersa nel caso di micropali)</i>
<b>S pun</b>	: <i>Superficie resistente interessata da una eventuale rottura per punzonamento</i>
<b>Cmb pun</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa a punzonamento</i>
<b>N punz</b>	: <i>Sforzo di punzonamento ortogonale alla zattera di fondazione, valore massimo tra tutti i pali</i>
<b>Nrdu</b>	: <i>Sforzo resistente ultimo di punzonamento</i>
<b>Asos</b>	: <i>Area delle staffe di sospensione necessarie per il punzonamento dei pali (in caso di plinti rettangolari su pali) o area complessiva dei connettori (in caso di micropali)</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento della verifica a punzonamento</i>

**N.B.:** la verifica a punzonamento dei pali non viene eseguita per i plinti tozzi.

□ **VERIFICHE PORTANZA PALI**

<b>Filo N.</b>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Fi</b>	: <i>Diametro del palo</i>
<b>Int.</b>	: <i>Interasse minimo tra i pali (per alcune tipologie può risultare inferiore al valore assegnato come input)</i>
<b>Cm ass</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica alla portanza per carico assiale</i>
<b>Qpun</b>	: <i>Carico limite di punta</i>
<b>Qlat</b>	: <i>Carico limite laterale</i>
<b>Coef. Grup</b>	: <i>Coefficiente di riduzione della portata assiale per pali disposti in gruppo</i>
<b>Qlim</b>	: <i>Carico assiale limite, pari alla somma del carico limite di punta e laterale, moltiplicati per il coefficiente di gruppo e divisi per gli eventuali coefficienti parziali</i>
<b>QEule</b>	: <i>Carico assiale limite di instabilità secondo Eulero. L'assenza del dato indica che non si è eseguito questo tipo di verifica</i>
<b>Qes</b>	: <i>Carico assiale di esercizio agente in testa al palo più sollecitato del plinto, comprensivo di peso proprio del palo e dell'eventuale effetto dell'attrito negativo</i>
<b>Coef. Sic.</b>	: <i>Coefficiente di sicurezza per la portanza assiale del palo, pari al rapporto tra il carico limite e la somma tra il carico assiale di esercizio e il peso proprio del palo più l'eventuale effetto dell'attrito negativo</i>
<b>Cm or</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica alla portanza per carico ortogonale. La mancanza di questo dato e di quelli seguenti indica che non si è eseguito questo tipo di verifica</i>
<b>Qort</b>	: <i>Carico ortogonale massimo</i>
<b>Coef. Grup</b>	: <i>Coefficiente di riduzione della portata ortogonale per pali disposti in gruppo</i>
<b>Qlim</b>	: <i>Carico ortogonale limite, pari al carico ortogonale massimo moltiplicato per il coefficiente di gruppo</i>
<b>Qeso</b>	: <i>Carico ortogonale di esercizio agente in testa al palo più sollecitato del plinto</i>
<b>Coef. Sicu</b>	: <i>Coefficiente di sicurezza per la portanza ortogonale del palo, pari al rapporto tra il carico limite e il carico ortogonale di esercizio</i>
<b>STATUS</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche di portanza</i>
<b>Cmb</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per la verifica allo SLD come richiesto al punto 7.11.5.3.2 delle NTC</i>
<b>Qlim</b>	: <i>Carico assiale limite, pari alla somma del carico limite di punta e laterale, moltiplicati per il coefficiente di gruppo e divisi per gli eventuali coefficienti parziali</i>

<b>Q<sub>max</sub> SLD</b>	: Carico assiale di esercizio agente in testa al palo più sollecitato del plinto con azione sismica allo SLD, comprensivo di peso proprio del palo e dell'eventuale effetto dell'attrito negativo
<b>Coeff Sic.</b>	: Coefficiente di sicurezza per verifica di cui al punto 7.11.5.3.2 delle NTC, pari al rapporto tra il carico limite e il carico assiale massimo agente allo SLD
<b>STATUS</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di portanza allo SLD
<b>Cmb SLE</b>	: Combinazione di carico SLE rara più gravosa per il carico massimo di esercizio presente in testa al palo, ai fini delle prove di carico su palo pilota
<b>Q<sub>max</sub> SLE</b>	: Carico assiale di esercizio agente in testa al palo più sollecitato del plinto, relativamente alle combinazioni di tipo SLE rare

□ **VERIFICHE PORTANZA MICROPALI**

<b>Crit N.</b>	: Criterio geotecnico di riferimento
<b>Tipo Elem</b>	: Tipologia fondazione di collegamento pali
<b>Diam</b>	: Diametro del bulbo
<b>Int.</b>	: Interasse minimo tra i micropali
<b>Cmb ass</b>	: Combinazione di carico più gravosa per la verifica alla portanza per carico assiale
<b>Q<sub>pun</sub></b>	: Carico limite di punta
<b>Q<sub>lat</sub></b>	: Carico limite laterale
<b>Coeff Gruppo</b>	: Coefficiente di riduzione della portata assiale dei micropali per effetto del gruppo
<b>Q<sub>lim</sub></b>	: Carico assiale limite, pari alla somma del carico limite di punta e laterale, moltiplicati per il coefficiente di gruppo e divisi per gli eventuali coefficienti parziali
<b>Q<sub>Euler</sub></b>	: Carico assiale limite di instabilità secondo Eulero. L'assenza del dato indica che non si è eseguito questo tipo di verifica
<b>Q<sub>es</sub></b>	: Carico assiale di esercizio agente in testa al micropalo più sollecitato, comprensivo di peso proprio del palo e dell'eventuale effetto dell'attrito negativo
<b>Coeff. Sicur</b>	: Coefficiente di sicurezza per la portanza assiale del palo, pari al rapporto tra il carico limite e la somma tra il carico assiale di esercizio e il peso proprio del micropalo più l'eventuale effetto dell'attrito negativo
<b>Cmb ort</b>	: Combinazione di carico più gravosa per la verifica alla portanza per carico ortogonale. La mancanza di questo dato e di quelli seguenti indica che non si è eseguito questo tipo di verifica
<b>Q<sub>ort</sub></b>	: Carico ortogonale massimo
<b>Coeff Gruppo</b>	: Coefficiente di riduzione della portata ortogonale per micropali per effetto del gruppo



<b>Qlim</b>	: Carico ortogonale limite, pari al carico ortogonale massimo moltiplicato per il coefficiente di gruppo
<b>Qeso</b>	: Carico ortogonale di esercizio agente in testa al micropalo più sollecitato
<b>Coef. Sicur</b>	: Coefficiente di sicurezza per la portanza ortogonale del micropalo, pari al rapporto tra il carico limite e il carico ortogonale di esercizio
<b>STATUS VERIFICA</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di portanza
<b>Comb</b>	: Combinazione di carico più gravosa per la verifica allo SLD come richiesto al punto 7.11.5.3.2 delle NTC
<b>Qlim</b>	: Carico assiale limite, pari alla somma del carico limite di punta e laterale, moltiplicati per il coefficiente di gruppo e divisi per gli eventuali coefficienti parziali
<b>Qmax SLD</b>	: Carico assiale di esercizio agente in testa al micropalo più sollecitato con azione sismica allo SLD, comprensivo di peso proprio del palo e dell'eventuale effetto dell'attrito negativo
<b>Coef Sic.</b>	: Coefficiente di sicurezza per la verifica di cui al punto 7.11.5.3.2 delle NTC, pari al rapporto tra il carico limite e il carico assiale massimo agente allo SLD
<b>STATUS</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di portanza allo SLD
<b>Cmb SLE</b>	: Combinazione di carico SLE rara più gravosa per il carico massimo di esercizio presente in testa al micropalo, ai fini delle prove di carico sul micropalo pilota
<b>Qmax SLE</b>	: Carico assiale di esercizio agente in testa al micropalo più sollecitato, relativamente alle combinazioni di tipo SLE rare

DATI GENERALI DI CALCOLO			
CRITERI DI CALCOLO PLINTI			
Copriferro minimo netto delle armature	4,0	cm	
Percentuale minima di armatura in zona tesa	0,00	%	
Tipo di superficie interna del bicchiere	LISCIA		
CRITERI DI CALCOLO PALI			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di	Norme A.G.I.		
Percentuale minima di armatura totale	0,30	%	
Fattore di vincolo in testa al palo (0=incastro; 1=cerniera)	0,00		
Copriferro minimo netto delle staffe	4,00	cm	
VERIFICHE EFFETTUATE CON IL METODO		DEGLI STATI LIMITE ULTIMI	
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00		1,25
Peso Specifico	1,00		1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00		1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00		1,40
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Su Pali Infissi		
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			2,30
Scorrimento			1,10
Resist. alla Base			1,15
Resist. Lat. a Compr.			1,15
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30
Fattore di correlazione CSI per il calcolo di Rk pali			1,70

CARATTERISTICHE MATERIALI				
CARATTERISTICHE DEL CEMENTO ARMATO				
Classe Calcestruzzo	C30/37		Classe Acciaio	FeB 44 k
Modulo Elastico CLS	328365	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	300,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	AGGRESS. XC4
Resist. Calcolo 'fcd'	170,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	170,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	180,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	135,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200 kg/mc
CARATTERISTICHE MATERIALE DEI PALI				
Classe Calcestruzzo	C30/37		Classe Acciaio	FeB 44 k
Modulo Elastico CLS	328365	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	300,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	AGGRESS. XC4
Resist. Calcolo 'fcd'	170,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	170,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	180,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	135,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		

ARCHIVIO PLINTI POLIG. SU PALI							
PLINTI POLIGONALI SU PALI							
Tipologia	Tipo	D pali	L pali	Inter.	H zatt.	d zatt.	Bicc.

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

N.ro	N.ro	(cm)	(m)	(cm)	(cm)	(cm)	N.ro
1	1	120	20,0	0	150	15	0

## CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE		
Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>	Crit N.ro	KwVert. kg/cmc	KwOriz. kg/cmc	Qlim. kg/cm <sup>2</sup>
1	10,00	0,00	Trz/Cmp	2	10,00	0,00	Trz/Cmp				

## CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Crit. N.ro	STRATO SUPERFICIALE					Strato N.ro	COLONNA STRATIGRAFICA							
	Affond. (m)	Ricopr. (m)	Falda m	Fi Grd	Ades. Kg/cm <sup>2</sup>		Descrizione	Spess. m	Fi Grd	Fi' Grd	C' Kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	Peso kg/mc	Coeff. Lambe
1	3,50	0,00		15,0	0,00	1	Argille alterate Argille di substrato	10,0 50,0	23,0 25,0	15,3 16,7	0,80 1,30	1,40 1,50	1900 2000	0,00 0,00
2	0,00	0,00		0,00	0,00	1	Argille giallo-rossa	50,0	23,0	15,3	0,20	0,00	1950	0,00

## CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

IDEN	FONDAZIONI SU PALI - INTERAZIONE CINEMATICA							
Crit N.ro	Profond (m)	Vs1 (m/s)	Vs2 (m/s)	Vs1eff/Vs1	Vs2eff/Vs2	Numero Picchi	Vs (m/s)	Vseff./Vs
1	6,00	150,00	250,00	0,70	0,70	19	357,00	0,70
2	6,00	150,00	250,00	0,70	0,70	19	357,00	0,70

## COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m	Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00	2	0,00	2,25
3	0,77	2,11	4	1,45	1,72
5	1,95	1,13	6	2,22	0,39
7	2,22	-0,39	8	1,95	-1,13
9	1,45	-1,72	10	0,77	-2,11
11	0,00	-2,25	12	-0,77	-2,11
13	-1,45	-1,72	14	-1,95	-1,13
15	-2,22	-0,39	16	-2,22	0,39
17	-1,95	1,13	18	-1,45	1,72
19	-0,77	2,11	20	0,00	3,00
21	1,03	2,82	22	1,93	2,30
23	2,60	1,50	24	2,95	0,52
25	2,95	-0,52	26	2,60	-1,50
27	1,93	-2,30	28	1,03	-2,82
29	0,00	-3,00	30	-1,03	-2,82
31	-1,93	-2,30	32	-2,60	-1,50
33	-2,95	-0,52	34	-2,95	0,52
35	-2,60	1,50	36	-1,93	2,30
37	-1,03	2,82	38	0,00	5,50
39	1,88	5,17	40	3,54	4,21
41	4,76	2,75	42	5,42	0,96
43	5,42	-0,96	44	4,76	-2,75
45	3,54	-4,21	46	1,88	-5,17
47	0,00	-5,50	48	-1,88	-5,17
49	-3,54	-4,21	50	-4,76	-2,75
51	-5,42	-0,96	52	-5,42	0,96
53	-4,76	2,75	54	-3,54	4,21
55	-1,88	5,17	56	0,00	8,00
57	2,74	7,52	58	5,14	6,13
59	6,93	4,00	60	7,88	1,39
61	7,88	-1,39	62	6,93	-4,00
63	5,14	-6,13	64	2,74	-7,52
65	0,00	-8,00	66	-2,74	-7,52
67	-5,14	-6,13	68	-6,93	-4,00

## COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
69	-7,88	-1,39		70	-7,88	1,39
71	-6,93	4,00		72	-5,14	6,13
73	-2,74	7,52		74	0,00	10,50
75	3,59	9,87		76	6,75	8,04
77	9,09	5,25		78	10,34	1,82
79	10,34	-1,82		80	9,09	-5,25
81	6,75	-8,04		82	3,59	-9,87
83	0,00	-10,50		84	-3,59	-9,87
85	-6,75	-8,04		86	-9,09	-5,25
87	-10,34	-1,82		88	-10,34	1,82
89	-9,09	5,25		90	-6,75	8,04
91	-3,59	9,87		92	0,00	11,75
93	4,02	11,04		94	7,55	9,00
95	10,18	5,88		96	11,57	2,04
97	11,57	-2,04		98	10,18	-5,88
99	7,55	-9,00		100	4,02	-11,04
101	0,00	-11,75		102	-4,02	-11,04
103	-7,55	-9,00		104	-10,18	-5,88
105	-11,57	-2,04		106	-11,57	2,04
107	-10,18	5,88		108	-7,55	9,00
109	-4,02	11,04		110	0,00	13,00
111	4,45	12,22		112	8,36	9,96
113	11,26	6,50		114	12,80	2,26
115	12,80	-2,26		116	11,26	-6,50
117	8,36	-9,96		118	4,45	-12,22
119	0,00	-13,00		120	-4,45	-12,22
121	-8,36	-9,96		122	-11,26	-6,50
123	-12,80	-2,26		124	-12,80	2,26
125	-11,26	6,50		126	-8,36	9,96
127	-4,45	12,22				

## QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp		Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp	
			XY	Alt.				XY	Alt.
0	0,00	Piano Terra			1	3,00	Piano sismico	NO	NO
2	0,40	Piano Deform.	NO	NO	3	0,80	Piano Deform.	NO	NO
4	1,20	Piano Deform.	NO	NO	5	2,00	Piano Deform.	NO	NO

## DATI DI INPUT PLINTI

## GEOMETRIA PLINTI

Filo N.ro	Quota (m)	Tipolog N.ro	Tipo N.ro	Rotaz. (grd)	Zona N.ro	Tr.sv. (cm)
92	0,00	1	1	0	2	0
93	0,00	1	1	20	2	0
94	0,00	1	1	40	2	0
95	0,00	1	1	60	2	0
96	0,00	1	1	80	2	0
97	0,00	1	1	-80	2	0
98	0,00	1	1	-60	2	0
99	0,00	1	1	-40	2	0
100	0,00	1	1	-20	2	0
101	0,00	1	1	0	2	0
102	0,00	1	1	20	2	0
103	0,00	1	1	40	2	0
104	0,00	1	1	60	2	0
105	0,00	1	1	80	2	0
106	0,00	1	1	-80	2	0
107	0,00	1	1	-60	2	0

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

## DATI DI INPUT PLINTI

GEOMETRIA PLINTI						
Filo N.ro	Quota (m)	Tipolog N.ro	Tipo N.ro	Rotaz. (grd)	Zona N.ro	Tr.sv. (cm)
108	0,00	1	1	-40	2	0
109	0,00	1	1	-20	2	0

## COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,30	1,30
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50
Var.Par.q<30Kn	1,50	1,05
Var.Neve h>1000	1,05	1,50
Var.Par.q>30Kn	1,50	1,05

## COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A2

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,30	1,30
Var.Par.q<30Kn	1,30	0,91
Var.Neve h>1000	0,91	1,30
Var.Par.q>30Kn	1,30	0,91

## COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Par.q<30Kn	1,00	0,70
Var.Neve h>1000	0,70	1,00
Var.Par.q>30Kn	1,00	0,70

## COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Par.q<30Kn	0,70	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,50
Var.Par.q>30Kn	0,50	0,30

## COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Par.q<30Kn	0,60
Var.Neve h>1000	0,20
Var.Par.q>30Kn	0,30

## SCARICHI SUI PLINTI

## SCARICHI IN FONDAZIONE

Filo N.ro	Quota (m)	Condizione di Carico	N (Kg)	Mx (Kgm)	My (Kgm)	Tx (Kg)	Ty (Kg)	Mt (Kgm)
92	0,00	PESO PROPRIO	46738	3981	0	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	23569	1385	-5733	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	252	37	0	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1713	92	0	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17135	919	-2	0	0	0
93	0,00	PESO PROPRIO	46737	3741	-1362	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	7869	-2569	-4798	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	253	35	-13	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1713	86	-32	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17130	863	-315	0	0	0
94	0,00	PESO PROPRIO	46737	3050	-2559	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-5936	-4868	-1647	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	254	29	-24	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1713	70	-59	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17129	703	-590	0	0	0
95	0,00	PESO PROPRIO	46737	1991	-3448	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-16180	-4520	2100	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	254	19	-33	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1713	46	-80	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17130	460	-795	0	0	0

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

SCARICHI SUI PLINTI								
SCARICHI IN FONDAZIONE								
Filo N.ro	Quota (m)	Condizione di Carico	N (Kg)	Mx (Kgm)	My (Kgm)	Tx (Kg)	Ty (Kg)	Mt (Kgm)
96	0,00	PESO PROPRIO	46737	692	-3921	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-21628	-1817	4582	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	253	6	-37	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1713	16	-90	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17134	162	-905	0	0	0
97	0,00	PESO PROPRIO	46737	-692	-3921	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-21624	1820	4581	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	252	-7	-37	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1714	-16	-91	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17140	-157	-906	0	0	0
98	0,00	PESO PROPRIO	46737	-1991	-3448	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-16167	4522	2097	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	251	-19	-32	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1715	-46	-80	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17148	-458	-799	0	0	0
99	0,00	PESO PROPRIO	46737	-3050	-2559	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	-5917	4867	-1650	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	250	-29	-24	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1716	-70	-59	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17156	-705	-595	0	0	0
100	0,00	PESO PROPRIO	46737	-3741	-1362	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	7891	2566	-4800	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	249	-35	-12	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1716	-87	-32	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17163	-867	-318	0	0	0
101	0,00	PESO PROPRIO	46738	-3981	0	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	23591	-1388	-5733	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	248	-37	0	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1717	-92	0	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17168	-924	-2	0	0	0
102	0,00	PESO PROPRIO	46737	-3741	1362	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	39289	-5175	-3849	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	247	-34	13	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1717	-87	32	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17171	-869	315	0	0	0
103	0,00	PESO PROPRIO	46737	-3050	2559	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	53094	-6993	135	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	247	-28	24	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1717	-71	59	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17173	-708	594	0	0	0
104	0,00	PESO PROPRIO	46737	-1991	3448	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	63338	-5907	4502	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	247	-18	32	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1717	-46	80	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17171	-461	801	0	0	0
105	0,00	PESO PROPRIO	46737	-692	3921	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	68787	-2299	7313	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	247	-7	36	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1717	-16	91	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17168	-159	910	0	0	0
106	0,00	PESO PROPRIO	46737	692	3921	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	68784	2302	7312	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	248	6	36	0	0	0

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

SCARICHI SUI PLINTI								
SCARICHI IN FONDAZIONE								
Filo N.ro	Quota (m)	Condizione di Carico	N (Kg)	Mx (Kgm)	My (Kgm)	Tx (Kg)	Ty (Kg)	Mt (Kgm)
		Var.Neve h>1000	1716	16	91	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17163	162	909	0	0	0
107	0,00	PESO PROPRIO	46737	1991	3448	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	63328	5909	4499	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	249	18	32	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1716	46	80	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17156	463	797	0	0	0
108	0,00	PESO PROPRIO	46737	3050	2559	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	53078	6992	133	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	250	28	24	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1715	71	59	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17149	707	590	0	0	0
109	0,00	PESO PROPRIO	46737	3741	1362	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	39269	5172	-3851	0	0	0
		Var.Par.q<30Kn	251	35	13	0	0	0
		Var.Neve h>1000	1714	87	31	0	0	0
		Var.Par.q>30Kn	17141	865	312	0	0	0

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
INTERAZIONE CINEMATICA: MOMENTO STRATO OMOGENEO (kgm): 5749.145 - MOMENTO INTERFACCIA STRATI (kgm): 21667.1																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdm Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdm Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
92	1	150	2	1	127908	12020	113,1	127908	248970	1	1	0	299482	25856	3,0	OK
92	2	250	2	1	123311	11409	113,1	123311	247702	1	1	1472	298811	25856	3,0	OK
92	3	350	2	1	117439	9720	113,1	117439	246077	1	1	2822	297953	25856	3,0	OK
92	4	450	2	1	110290	7300	113,1	110290	244090	1	1	3442	296909	25856	3,0	OK
92	5	550	2	1	101864	4733	113,1	101864	241754	1	1	3279	295679	25856	3,0	OK
92	6	650	2	1	92163	2514	113,1	92163	239099	1	1	2584	294262	25856	3,0	OK
92	7	750	2	1	81186	913	113,1	81186	236016	1	1	1694	292658	25856	3,0	OK
92	8	850	2	1	68932	36	113,1	68932	232553	1	1	878	290869	25856	3,0	OK
92	9	950	2	1	55402	452	113,1	55402	228283	1	1	284	288893	25856	3,0	OK
92	10	1050	2	1	40596	520	33,9	40596	86503	1	1	59	286730	25856	3,0	OK
92	11	1150	2	1	24514	412	33,9	24514	79071	1	1	197	284382	25856	3,0	OK
92	12	1250	2	1	7155	256	33,9	7155	70610	1	1	203	281846	25856	3,0	OK
92	13	1350	1	1	0	124	33,9	0	67021	1	1	150	280801	25856	3,0	OK
92	14	1450	1	1	0	34	33,9	0	67021	1	1	85	280801	25856	3,0	OK
92	15	1550	1	1	0	10	33,9	0	67021	1	1	34	280801	25856	3,0	OK
92	16	1650	1	1	0	24	33,9	0	67021	1	1	4	280801	25856	3,0	OK
92	17	1750	1	1	0	21	33,9	0	67021	1	1	9	280801	25856	3,0	OK
92	18	1850	1	1	0	13	33,9	0	67021	1	1	11	280801	25856	3,0	OK
92	19	1950	1	1	0	6	33,9	0	67021	1	1	8	280801	25856	3,0	OK
92	20	2050	1	1	0	1	33,9	0	67021	1	1	4	280801	25856	3,0	OK
92	21	2150	1	1	0	0	33,9	0	67021	2	1	0	280801	25856	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
INTERAZIONE CINEMATICA: MOMENTO STRATO OMOGENEO (kgm): 5749.145 - MOMENTO INTERFACCIA STRATI (kgm): 21667.1																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdm Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdm Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
93	1	150	2	1	104353	9588	113,1	104353	242437	1	1	0	296042	25856	3,0	OK
93	2	250	2	1	99756	9101	113,1	99756	241169	1	1	1174	295371	25856	3,0	OK
93	3	350	2	1	93884	7754	113,1	93884	239577	1	1	2250	294513	25856	3,0	OK
93	4	450	2	1	86735	5823	113,1	86735	237583	1	1	2745	293469	25856	3,0	OK
93	5	550	2	1	78310	3775	113,1	78310	235204	1	1	2614	292238	25856	3,0	OK
93	6	650	2	1	68608	2006	113,1	68608	232461	1	1	2060	290822	25856	3,0	OK
93	7	750	2	1	57631	728	113,1	57631	229001	1	1	1350	289218	25856	3,0	OK
93	8	850	2	1	45377	29	113,1	45377	225029	1	1	700	287429	25856	3,0	OK
93	9	950	2	1	31847	361	113,1	31847	220579	1	1	226	285453	25856	3,0	OK
93	10	1050	2	1	17041	414	33,9	17041	75518	1	1	47	283290	25856	3,0	OK
93	11	1150	2	1	959	329	33,9	959	67503	1	1	157	280941	25856	3,0	OK
93	12	1250	1	1	0	209	33,9	0	67021	1	1	162	280801	25856	3,0	OK
93	13	1350	1	1	0	99	33,9	0	67021	1	1	120	280801	25856	3,0	OK
93	14	1450	1	1	0	27	33,9	0	67021	1	1	68	280801	25856	3,0	OK
93	15	1550	1	1	0	8	33,9	0	67021	1	1	27	280801	25856	3,0	OK
93	16	1650	1	1	0	19	33,9	0	67021	1	1	3	280801	25856	3,0	OK
93	17	1750	1	1	0	17	33,9	0	67021	1	1	7	280801	25856	3,0	OK
93	18	1850	1	1	0	11	33,9	0	67021	1	1	9	280801	25856	3,0	OK

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232











Table with 17 columns: Filo N., Sez. N., Dist cm, Comb fles, Fil file, Nsdu Kg, Msdu Kgm, Atot cmq, Nrdu Kg, Mrdu Kgm, Comb tagl, Fil tag, Vsdu Kg, Vrdu c Kg, Vrdu s Kg, A sta cmq/m, Verifica. Rows 105-105.

Table with 17 columns: Filo N., Sez. N., Dist cm, Comb fles, Fil file, Nsdu Kg, Msdu Kgm, Atot cmq, Nrdu Kg, Mrdu Kgm, Comb tagl, Fil tag, Vsdu Kg, Vrdu c Kg, Vrdu s Kg, A sta cmq/m, Verifica. Rows 106-106.

Table with 17 columns: Filo N., Sez. N., Dist cm, Comb fles, Fil file, Nsdu Kg, Msdu Kgm, Atot cmq, Nrdu Kg, Mrdu Kgm, Comb tagl, Fil tag, Vsdu Kg, Vrdu c Kg, Vrdu s Kg, A sta cmq/m, Verifica. Rows 107-107.

Table with 17 columns: Filo N., Sez. N., Dist cm, Comb fles, Fil file, Nsdu Kg, Msdu Kgm, Atot cmq, Nrdu Kg, Mrdu Kgm, Comb tagl, Fil tag, Vsdu Kg, Vrdu c Kg, Vrdu s Kg, A sta cmq/m, Verifica. Rows 108-108.

Ing. Leonardo TRUBIA

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
INTERAZIONE CINEMATICA: MOMENTO STRATO OMOGENEO (kgm): 5749.145 - MOMENTO INTERFACCIA STRATI (kgm): 21667.1																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil file	Nsdu Kg	Msdm Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdm Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
108	19	1950	1	1	0	8	33,9	0	67021	1	1	10	280801	25856	3,0	OK
108	20	2050	1	1	0	2	33,9	0	67021	1	1	5	280801	25856	3,0	OK
108	21	2150	2	1	0	0	33,9	0	67021	2	1	0	280801	25856	3,0	OK

VERIFICHE PALI																
VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																
INTERAZIONE CINEMATICA: MOMENTO STRATO OMOGENEO (kgm): 5749.145 - MOMENTO INTERFACCIA STRATI (kgm): 21667.1																
Filo N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil file	Nsdu Kg	Msdm Kgm	Atot cmq	Nrdu Kg	Mrdm Kgm	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
109	1	150	2	1	151464	14167	113,1	151464	255397	2	1	0	302923	25856	3,0	OK
109	2	250	2	1	146868	13447	113,1	146868	254136	1	1	1735	302251	25856	3,0	OK
109	3	350	2	1	140995	11457	113,1	140995	252538	1	1	3326	301394	25856	3,0	OK
109	4	450	2	1	133846	8604	113,1	133846	250604	1	1	4057	300349	25856	3,0	OK
109	5	550	2	1	125421	5578	113,1	125421	248285	1	1	3864	299119	25856	3,0	OK
109	6	650	2	1	115720	2964	113,1	115720	245600	1	1	3045	297702	25856	3,0	OK
109	7	750	2	1	104742	1076	113,1	104742	242547	1	1	1996	296099	25856	3,0	OK
109	8	850	2	1	92488	43	113,1	92488	239189	1	1	1035	294309	25856	3,0	OK
109	9	950	2	1	78958	533	113,1	78958	235387	1	1	334	292333	25856	3,0	OK
109	10	1050	2	1	64152	612	33,9	64152	97337	1	1	70	290171	25856	3,0	OK
109	11	1150	2	1	48070	485	33,9	48070	89948	1	1	232	287822	25856	3,0	OK
109	12	1250	2	1	30711	301	33,9	30711	81938	1	1	240	285287	25856	3,0	OK
109	13	1350	2	1	12077	143	33,9	12077	73075	1	1	177	282565	25856	3,0	OK
109	14	1450	1	1	0	40	33,9	0	67021	1	1	101	280801	25856	3,0	OK
109	15	1550	1	1	0	12	33,9	0	67021	1	1	41	280801	25856	3,0	OK
109	16	1650	1	1	0	28	33,9	0	67021	1	1	5	280801	25856	3,0	OK
109	17	1750	1	1	0	25	33,9	0	67021	1	1	10	280801	25856	3,0	OK
109	18	1850	1	1	0	16	33,9	0	67021	1	1	13	280801	25856	3,0	OK
109	19	1950	1	1	0	7	33,9	0	67021	1	1	9	280801	25856	3,0	OK
109	20	2050	1	1	0	2	33,9	0	67021	1	1	4	280801	25856	3,0	OK
109	21	2150	1	1	0	0	33,9	0	67021	1	1	0	280801	25856	3,0	OK

VERIFICHE FESSURAZIONE PALI											
FESSURAZIONE PALI											
Filo N.	Tipo Comb	Cmb fles	Fil fles	Sez fles	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	Verifica	
92	freq	2	1	10	0	350	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	349	12	0,00	0,20	OK	
93	freq	1	1	10	0	283	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	278	12	0,00	0,20	OK	
94	freq	1	1	10	0	205	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	202	12	0,00	0,20	OK	
95	freq	2	1	7	0	218	10	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	7	0	218	10	0,00	0,20	OK	
96	freq	2	1	7	0	85	10	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	7	0	85	10	0,00	0,20	OK	
97	freq	2	1	7	0	85	10	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	7	0	86	10	0,00	0,20	OK	
98	freq	2	1	7	0	219	10	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	7	0	218	10	0,00	0,20	OK	
99	freq	1	1	10	0	206	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	203	12	0,00	0,20	OK	
100	freq	1	1	10	0	283	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	278	12	0,00	0,20	OK	
101	freq	2	1	10	0	350	12	0,00	0,30	OK	
0	perm	1	1	10	0	349	12	0,00	0,20	OK	
102	freq	2	1	11	0	327	12	0,00	0,30	OK	

## VERIFICHE FESSURAZIONE PALI

FESSURAZIONE PALI										
Filo N.	Tipo Comb	Cmb fes	Fil fes	Sez fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	Verifica
0	perm	1	1	11	0	326	12	0,00	0,20	OK
103	freq	1	1	12	0	231	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	12	0	227	12	0,00	0,20	OK
104	freq	1	1	13	0	118	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	13	0	116	12	0,00	0,20	OK
105	freq	1	1	13	0	122	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	13	0	120	12	0,00	0,20	OK
106	freq	1	1	13	0	122	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	13	0	120	12	0,00	0,20	OK
107	freq	1	1	13	0	118	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	13	0	116	12	0,00	0,20	OK
108	freq	1	1	12	0	231	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	12	0	227	12	0,00	0,20	OK
109	freq	2	1	11	0	327	12	0,00	0,30	OK
0	perm	1	1	11	0	326	12	0,00	0,20	OK

## VERIFICHE DI ESERCIZIO PALI

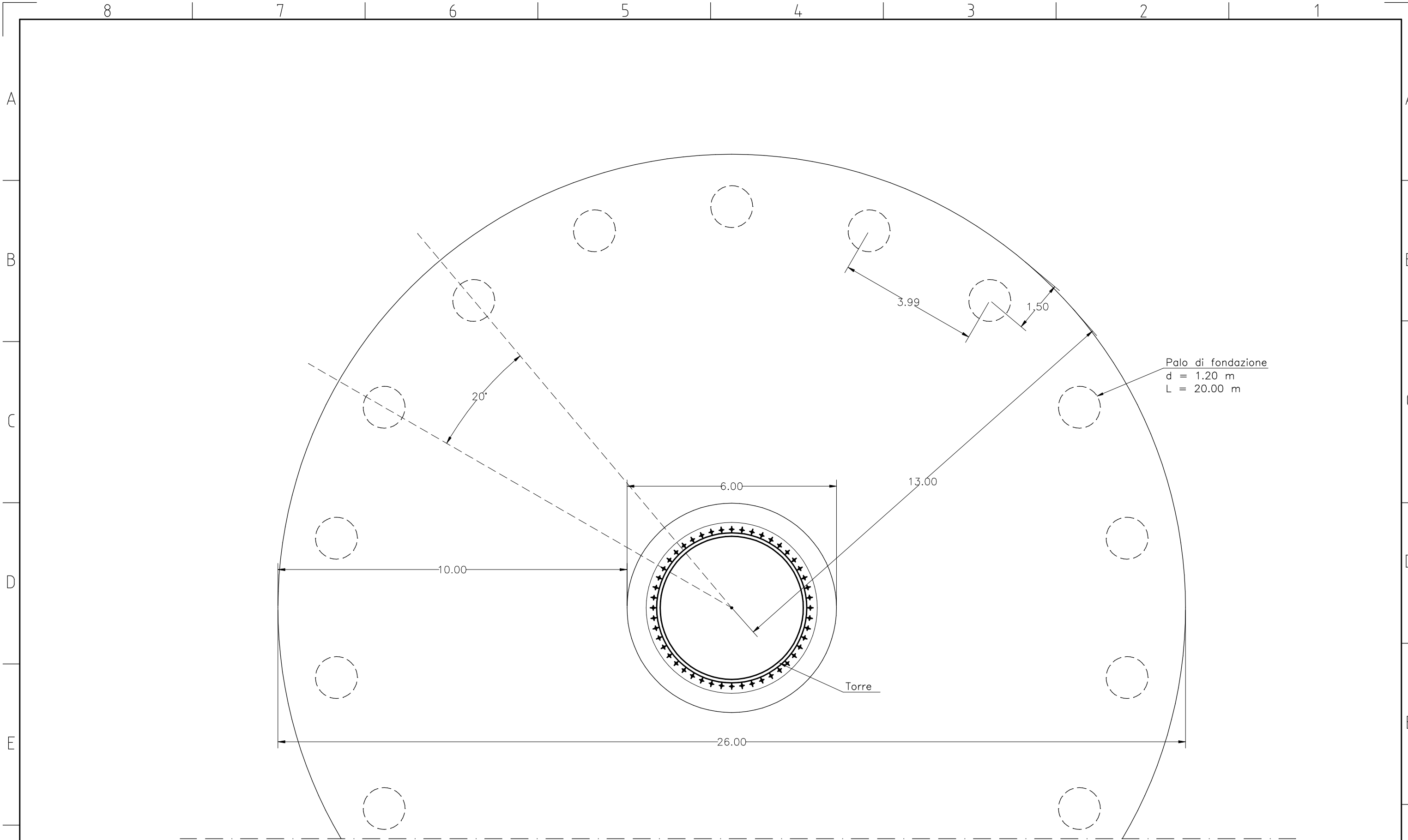
TENSIONI DI ESERCIZIO PALI																
Filo N.	Tipo Comb	Cmb $\sigma_c$	Fil $\sigma_c$	Sez $\sigma_c$	N $\sigma_c$ Kg	M $\sigma_c$ Kgm	$\sigma_c$ Kg/cmq	$\sigma_c$ max Kg/cmq	Cmb $\sigma_f$	Fil $\sigma_f$	Sez. $\sigma_f$	N $\sigma_f$ Kg	M $\sigma_f$ Kgm	$\sigma_f$ Kg/cmq	$\sigma_f$ max Kg/cmq	Verifica
92	rara	1	1	1	97331	8584	12,6	180,0	1	1	5	71287	3380	-30	3520	OK
	perm	1	1	1	84379	8073	11,2	135,0								OK
93	rara	1	1	1	81626	6850	10,4	180,0	1	1	1	81626	6850	-25	3520	OK
	perm	1	1	1	68678	6438	9,1	135,0								OK
94	rara	1	1	1	67820	4971	8,2	180,0	1	1	1	67820	4971	-23	3520	OK
	perm	1	1	1	54872	4683	7,0	135,0								OK
95	rara	1	1	1	57577	3010	6,3	180,0	1	1	1	57577	3010	-23	3520	OK
	perm	1	1	1	44628	2873	5,2	135,0								OK
96	rara	1	1	1	52133	1008	4,8	180,0	1	1	1	52133	1008	-27	3520	OK
	perm	1	1	1	39181	1126	3,8	135,0								OK
97	rara	1	1	1	52143	1015	4,8	180,0	1	1	1	52143	1015	-27	3520	OK
	perm	1	1	1	39187	1129	3,8	135,0								OK
98	rara	1	1	1	57607	3017	6,4	180,0	1	1	1	57607	3017	-23	3520	OK
	perm	1	1	1	44645	2877	5,2	135,0								OK
99	rara	1	1	1	67864	4978	8,2	180,0	1	1	1	67864	4978	-23	3520	OK
	perm	1	1	1	54897	4686	7,0	135,0								OK
100	rara	1	1	1	81679	6856	10,4	180,0	1	1	1	81679	6856	-25	3520	OK
	perm	1	1	1	68707	6441	9,1	135,0								OK
101	rara	1	1	1	97384	8589	12,6	180,0	1	1	5	71341	3382	-30	3520	OK
	perm	1	1	1	84409	8075	11,2	135,0								OK
102	rara	1	1	1	113085	10108	14,7	180,0	1	1	6	77340	2115	-38	3520	OK
	perm	1	1	1	100107	9517	13,3	135,0								OK
103	rara	1	1	1	126890	11336	16,5	180,0	1	1	6	91146	2371	-45	3520	OK
	perm	1	1	1	113912	10687	15,0	135,0								OK
104	rara	1	1	1	137133	12200	17,7	180,0	1	1	6	101388	2552	-51	3520	OK
	perm	1	1	1	124155	11514	16,3	135,0								OK

Ing. Leonardo TRUBIA

SOFTWARE: C.D.P. - Computer Design of Plinths - Rel.2022 - Lic. Nro: 32232

VERIFICHE DI ESERCIZIO PALI																
TENSIONI DI ESERCIZIO PALI																
Filo N.	Tipo Comb	Cmb σ	Fil σ	Sez σ	N σ Kg	M σ Kgm	σ Kg/cmq	σ max Kg/cmq	Cmb σ	Fil σ	Sez. σ	N σ Kg	M σ Kgm	σ Kg/cmq	σ max Kg/cmq	Verifica
105	rara	1	1	1	142578	12648	18,4	180,0	1	1	6	106834	2646	-53	3520	OK
	perm	1	1	1	129603	11942	17,0	135,0								OK
106	rara	1	1	1	142570	12647	18,4	180,0	1	1	6	106826	2646	-53	3520	OK
	perm	1	1	1	129599	11942	17,0	135,0								OK
107	rara	1	1	1	137108	12198	17,7	180,0	1	1	6	101364	2552	-50	3520	OK
	perm	1	1	1	124142	11513	16,3	135,0								OK
108	rara	1	1	1	126852	11333	16,4	180,0	1	1	6	91107	2371	-45	3520	OK
	perm	1	1	1	113890	10685	15,0	135,0								OK
109	rara	1	1	1	113036	10104	14,7	180,0	1	1	6	77292	2114	-38	3520	OK
	perm	1	1	1	100080	9514	13,3	135,0								OK

VERIFICA PORTANZA PALI																								
VERIFICA PORTANZA PALI																								
IDENTIFICAT		CARICO LUNGO L'ASSE DEL PALO										CARICO ORTOGONALE ALL'ASSE						VERIFICA SLD					Q MAX SLE	
Filo N.	Fi cm	Int cm	Cm as	Qpun t	Qlat t	Coef Grup	Qlim t	QEule t	Qes t	Coef Sic.	Cm or	Qort t	Coef Grup	Qlim t	Qeso t	Coef Sicu	STA TUS	Co mb	Qlim t	Qmax SLD	Coef Sic.	STA TUS	Cmb SLE	QmxSLE t
92	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	208,5	1,4	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	97,3
93	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	184,9	1,6	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	81,6
94	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	164,2	1,8	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	67,8
95	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	148,8	2,0	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	57,6
96	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	140,7	2,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	52,1
97	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	140,7	2,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	52,1
98	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	148,9	2,0	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	57,6
99	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	164,3	1,8	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	67,9
100	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	185,0	1,6	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	81,7
101	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	208,6	1,4	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	97,4
102	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	232,1	1,3	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	113,1
103	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	252,8	1,2	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	126,9
104	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	268,2	1,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	137,1
105	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	276,3	1,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	142,6
106	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	276,3	1,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	142,6
107	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	268,1	1,1	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	137,1
108	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	252,8	1,2	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	126,9
109	120	0	1	146,4	230,0	0,90	294,5	999,9	232,0	1,3	1	2116,4	0,90	1465,2	0,0	999,9	OK	0	0,0	0,0	10000	OK	1	113,0

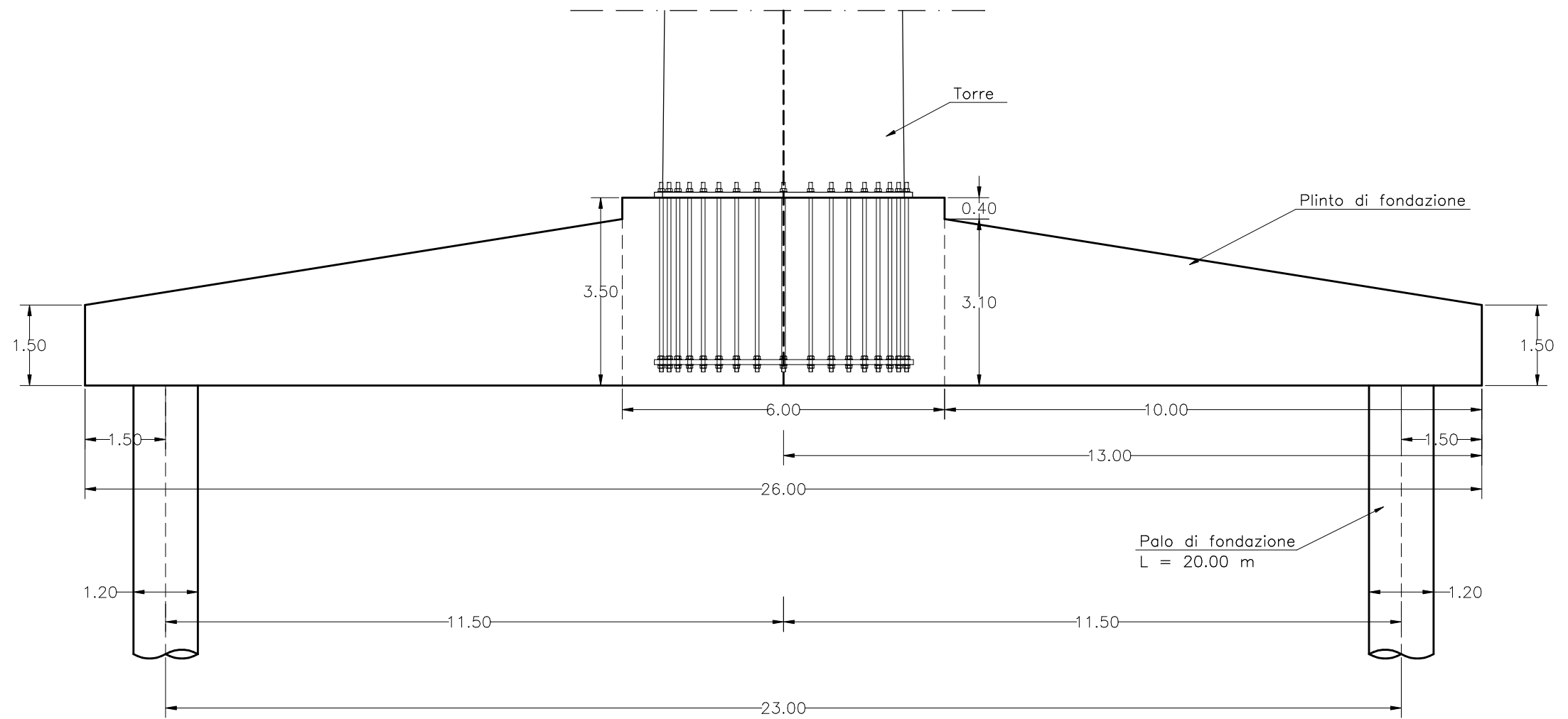


Palo di fondazione  
 d = 1.20 m  
 L = 20.00 m

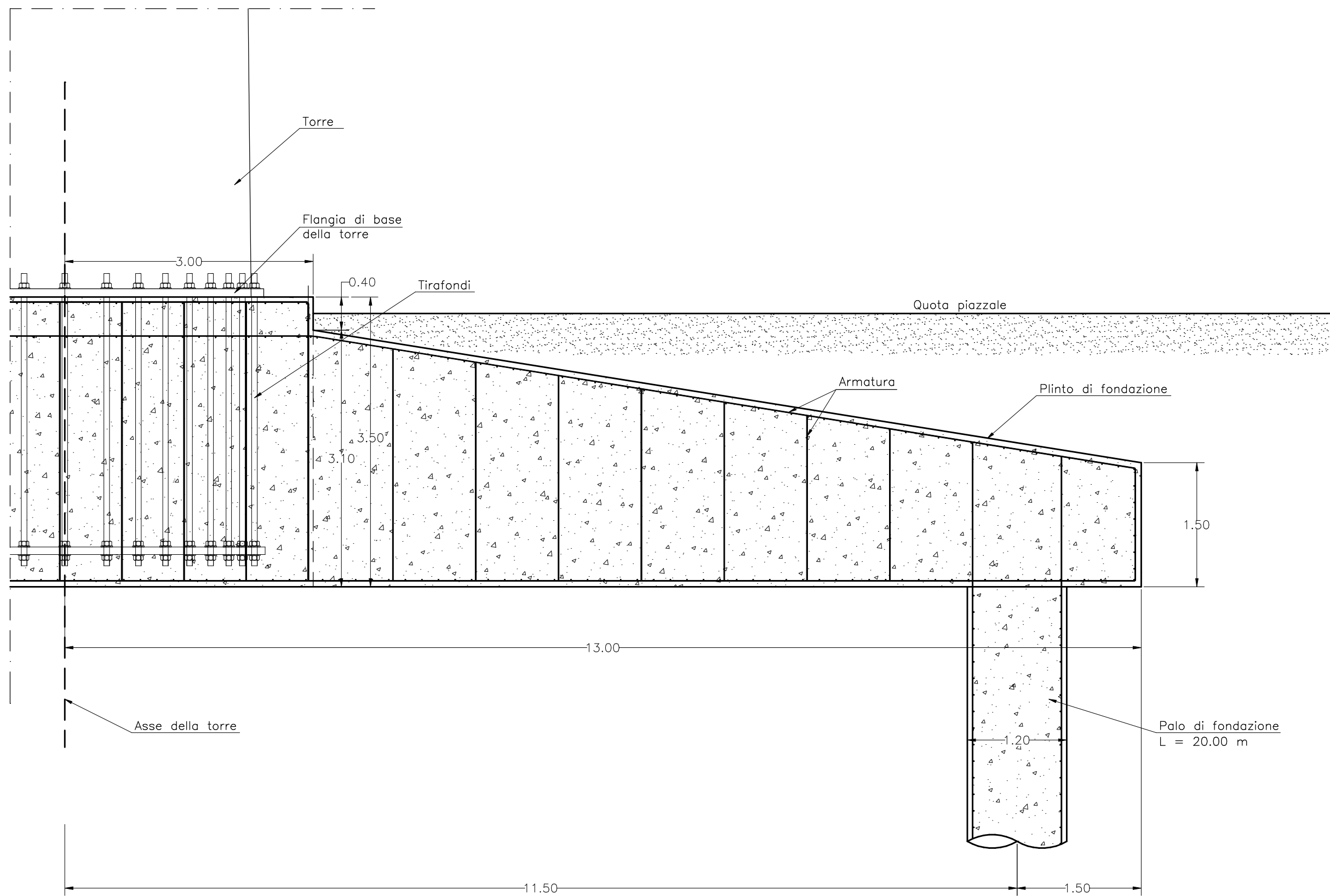
Torre

<b>NUOVA ENERGIA SICILIA SRL</b>	Engineering by <b>Ing. Leonardo TRUBIA</b>	DATE	Title <b>PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI</b>		
		Designed by <b>Ing. Leonardo TRUBIA</b>	<b>PLINTO DI FONDAZIONE - PIANTA</b>		
		Filename <b>MONREALE_FRISELLA</b>	Site Code -	Site Name <b>MONREALE FRISELLA</b>	
	Approved by - date	Scale <b>1:100</b>	Edition <b>1</b>	Formed paper <b>A3</b>	Sheet <b>P-01</b>





NUOVA ENERGIA SICILIA SRL	Engineering by Ing. Leonardo TRUBIA	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI		
	Designed by Ing. Leonardo TRUBIA		PLINTO DI FONDAZIONE - SEZIONE		
	Filename MONREALE_FRISELLA	Site Code -	Site Name MONREALE FRISELLA		
	Approved by - date	Scale 1:100	Edition 1	Formed paper A3	Sheet P-02



NUOVA ENERGIA SICILIA SRL	Engineering by Ing. Leonardo TRUBIA	DATE	Title PROGETTO DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI		
		Designed by Ing. Leonardo TRUBIA	PLINTO DI FONDAZIONE - PARTICOLARE SEZIONE		
		Filename MONREALE_FRISELLA	Site Code -	Site Name MONREALE FRISELLA	
	Approved by - date		Scale 1:50	Edition 1	Formed paper A3
					Sheet P-03