

CETA SPA

I - 24127 BERGAMO - ITALIA - VIA GRUMELLO, 47/49
CAP. SOC. € 7.310.000,00 i.v. - R.E.A. n. 355683
R. I. DI BERGAMO, C.F./P.IVA (IT) 03172560165
TELEFONO +39 035 4548511 - FAX +39 035 261622
Internet: www.ceta.it - E-mail: ceta@ceta.it



Torre e pedana in multiceta



Relazione di calcolo

Cliente: Comune di Massa Marittima

Destinazione: Massa Marittima

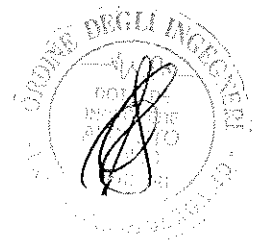
Disegno n°: 10946



Luglio 2011

SOMMARIO

1.	DESCRIZIONE GENERALE	3
2.	NORMATIVE UTILIZZATE	3
3.	MATERIALI IMPIEGATI.....	3
4.	CARICHI.....	4
4.1.	VENTO	4
5.	VERIFICA AL RIBALTAMENTO	5
6.	PEDANA.....	7
6.1.	DESCRIZIONE.....	7
6.2.	CARICHI CONSIDERATI	7
6.3.	VERIFICA DEGLI ELEMENTI	7
6.3.1.	<i>Piani di calpestio.....</i>	7
6.3.2.	<i>Travi di sostegno in legno.....</i>	8
6.3.3.	<i>Traverso rinforzato 2.5m.....</i>	8



1. DESCRIZIONE GENERALE

La presente relazione riporta la verifica a ribaltamento della torre provvisoria, installata a Massa Marittima (PG). Le strutture suddette sono costituite da elementi prefabbricati in acciaio (tipo multiceta) costruiti nella ditta CETA SPA sita in Bergamo.

Le strutture sono meglio descritte nel disegno n° 10946 allegato alla presente relazione. Per la descrizione dei materiali si fa principalmente riferimento alle seguenti Autorizzazioni Ministeriali:

- Aut. Min. n° 21522/OM-4 del 30 luglio 1999;
- Est. Min. n° 23435/OM-4 del 20 dicembre 1999;
- Est. Min. n° 21088/OM-4 del 24 luglio 2001;
- Est. Min. n° 20137/PR/OP/PONT/E del 17 febbraio 2003;
- Est. Min. n° 21176/PR/OP/PONT/E del 17 febbraio 2003;
- Est. Min. n° 21040/PR/OP/PONT/E del 13 maggio 2003;
- Est. Min. n° 21488/PR/OP/PONT/E del 17 luglio 2003;
- Aut. Min. prot. 15/0001117 / 14.3.01.01 del 24/01/2005.

2. NORMATIVE UTILIZZATE

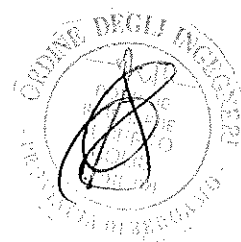
La relazione di calcolo è condotta in osservanza alle seguenti norme

- D.M. 14-01-2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

3. MATERIALI IMPIEGATI

Tutti gli elementi metallici, ivi compresi basette, panchette e sponde; sono realizzati in acciaio S235JR e S235JRH in accordo alla EN 10025 (i tubi sono profilati a freddo) e presentano le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione di rottura a trazione: $f_u=360N/mm^2$
- Tensione di snervamento: $f_y=235N/mm^2$
- Modulo di elasticità: $E=206000N/mm^2$



4. CARICHI

4.1. Vento

La pressione di riferimento del vento è data da:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2$$

dove ρ è la densità dell'aria (1.25 kg/m^3) e v_{ref} è la velocità di riferimento del vento:

$$v_{ref} = v_{ref,0} + k_a(a_s - a_0) \text{ per } a_s > a_0$$

per il caso in esame si ha:

- $a_s < a_0 (=500\text{m})$
- $V_{ref,0} = 27 \text{ m/s}$ (Zona 3)
- $\alpha_R = 0.77$

$$\begin{aligned} v_{ref} &= v_{ref,0} = 27 \text{ m/s} \\ v_R &= \alpha_R \cdot v_{ref,0} \cong 21 \text{ m/s} \\ q_{ref} &= \left(\frac{1.25}{2} \cdot 21^2 \right) \text{ N/m}^2 \cong 275 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

La forza del vento (W) varia in funzione dell'altezza dal suolo della struttura e dalla geometria resistente:

$$W = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_p \cdot A$$

- ✓ A è l'area
- ✓ C_e è il coefficiente di esposizione

$$C_e = 1.71$$

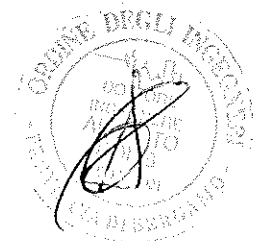
- ✓ C_d è il coefficiente dinamico

In favore di sicurezza si assume

$$C_d = 1$$

- ✓ C_p è il coefficiente di forma

$$C_p = 1.2$$



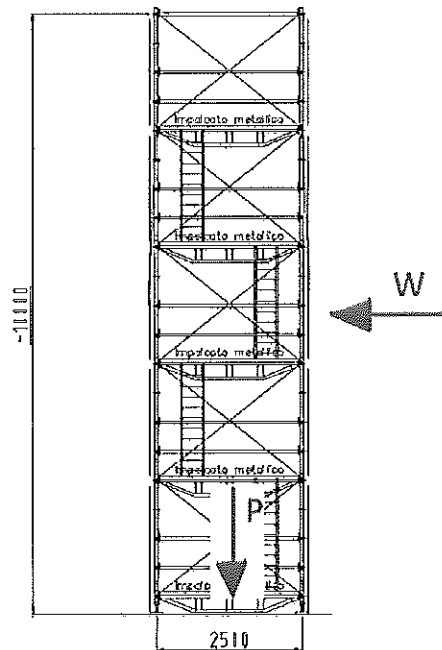
Riscrivendo l'equazione che descrive la forza del vento, in una forma più compatta:

$$W = q_{ref}^* \cdot A$$

$$q_{ref}^* = 564 \frac{N}{m^2}$$

5. VERIFICA AL RIBALTAMENTO

È necessaria la verifica al ribaltamento della struttura sottoposta all'azione del vento.



$$W = q_{ref}^* \cdot A = [564 \cdot (10 \cdot 2.5 \cdot 0.35)] N \cong 4935 N \quad (\text{permeabilità } 65\%)$$

$$\gamma_{Q1} = 1.5$$

$$M_{RB} = \gamma_{Q1} \cdot W \cdot b_w = (1.5 \cdot 4935 \cdot 5) N \cdot m \cong 37015 N \cdot m$$

$P = 16500 N$ (Peso struttura in multiceta);

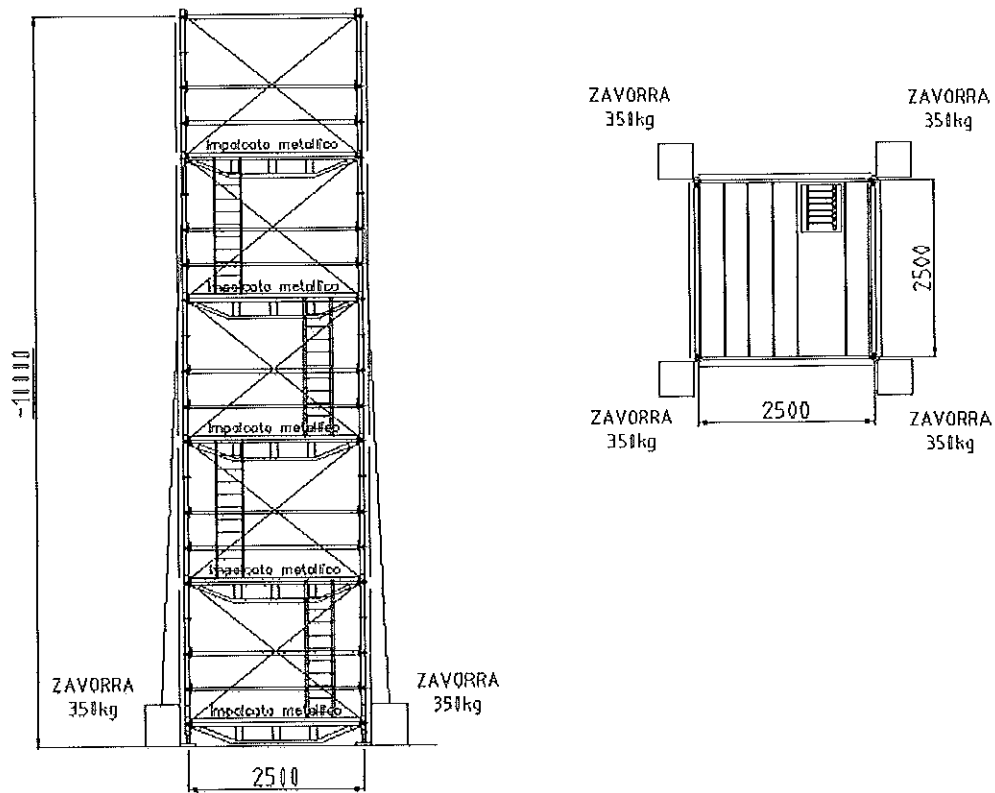
$$\gamma_{G1} = 0.9$$

$$M_{RES} = \gamma_{G1} \cdot P \cdot b_p = (0.9 \cdot 16500 \cdot 1.25) N \cdot m \cong 18562 N \cdot m$$

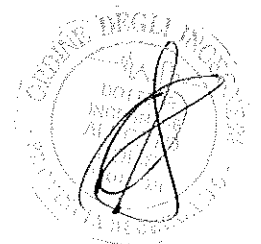
$M_{RB} > M_{RES} \rightarrow$ SERVE ZAVORRA



Posizionando la zavorra come in figura ($b_z=2.6m$):



$$Z = \frac{M_{RIB} - M_{RES}}{b_z} = \left(\frac{37015 - 18562}{2.6} \right) N \cong 7100N \quad (Z=2 \times 350kg)$$



6. PEDANA

6.1. DESCRIZIONE

La pedana si compone di montanti, correnti, diagonali, traversi rinforzati, travi in legno e pannelli in legno multistrato carpely.

Gli elementi sono modulari e realizzano un reticolo a maglia rettangolare di lato 2,50x1.50 m.

6.2. CARICHI CONSIDERATI

Gli elementi sono dimensionati per un carico verticale $q = 500 \text{ daN/m}^2$.

6.3. VERIFICA DEGLI ELEMENTI

6.3.1. Piani di calpestio

I pannelli di legno Carpely sono appoggiati su travi di legno da armatura distanti 50 cm l'una dall'altra; pertanto lo schema di calcolo è l'equivalente di una trave semplicemente appoggiata ai due estremi, gravata da un carico uniformemente distribuito:

La resistenza di calcolo a flessione vale:

$$f_{m, \text{long}, d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{k, \text{long}}}{\gamma_M} = \left(\frac{0,6 \cdot 46,3}{1,45} \right) \text{N/mm}^2 = 19,1 \text{N/mm}^2$$

Il carico agente è dato dalla somma dei carichi verticali ripartiti e il peso proprio:

$$q_{\text{TOT}} = \gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_f = (1,3 \cdot 120 + 1,5 \cdot 5000) \text{N/m}^2 = 7656 \text{N/m}^2$$

$$q' = q_{\text{TOT}} \cdot b = (7656 \cdot 0,5) \text{N/m} \cong 3830 \text{N/m}$$

$$M_f = \frac{q' \cdot l^2}{8} = \left(\frac{3830 \cdot 0,5^2}{8} \right) \text{N} \cdot \text{m} = 119700 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \left(\frac{500 \cdot 18^2}{6} \right) \text{mm}^3 = 27000 \text{mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{W} = \left(\frac{119700}{27000} \right) \text{N/mm}^2 \cong 4,43 \text{N/mm}^2 < f_m \rightarrow \text{Verifica soddisfatta!}$$



6.3.2. Travi di sostegno in legno

Le presenti travi, poggiano sulla struttura sottostante in acciaio, e sorreggono il piano di calpestio precedentemente verificato. Esse hanno le seguenti caratteristiche:

- $Mf_{\max,adm} = 5000 N \cdot m$
- $T_{\max,adm} = 11000 N$

Lo schema di calcolo è l'equivalente di una trave semplicemente appoggiata ai due estremi, gravata da un carico uniformemente distribuito:

$$q^l = (5000 \cdot 0.5) \frac{N}{m} = 2500 \frac{N}{m}$$

$$M_f = \frac{q^l \cdot l^2}{8} = \left(\frac{2500 \cdot 2.5^2}{8} \right) N \cdot m = 1953 N \cdot m < 5000 N \cdot m = Mf_{\max,adm}$$

$$T = q^l \cdot \frac{l}{2} = \left(2500 \cdot \frac{2.5}{2} \right) N = 3125 N < 11000 N = T_{\max,adm} \rightarrow \text{Verifica soddisfatta!}$$

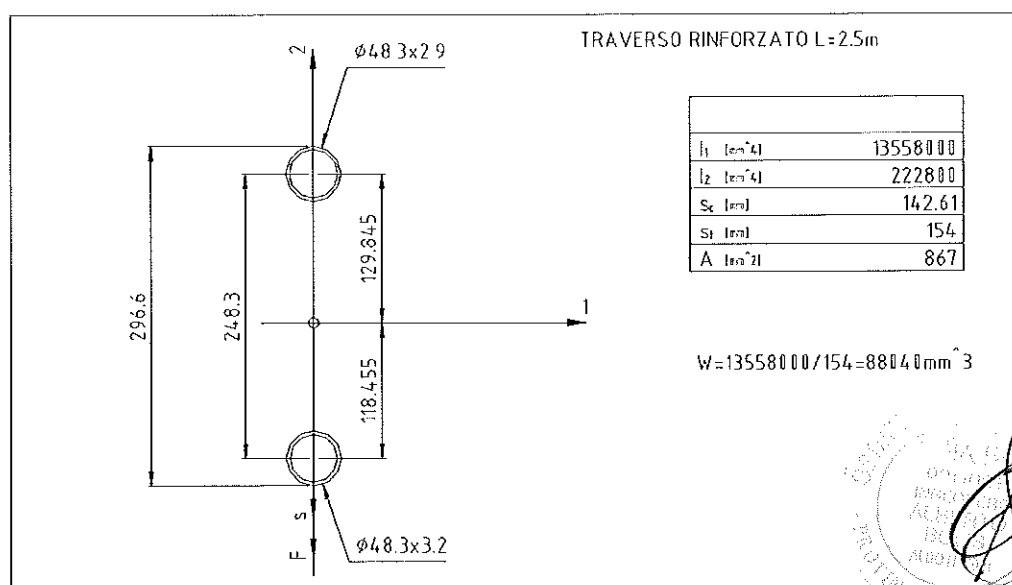
6.3.3. Traverso rinforzato 2.5m

Lo schema di calcolo è sempre l'equivalente di una trave semplicemente appoggiata ai due estremi, gravata da un carico uniformemente distribuito:

$$q_{TOT} = \gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_f = (1.3 \cdot 120 + 1.5 \cdot 5000) \frac{N}{m^2} = 7656 \frac{N}{m^2}$$

$$q^l = (7656 \cdot 2.5) \frac{N}{m} = 19140 \frac{N}{m}$$

Le caratteristiche del traverso sono rappresentate nell'immagine seguente:



$$M_{c,Rd} = \frac{q' \cdot l^2}{8} = \left(\frac{19140 \cdot 2.5^2}{8} \right) N \cdot m = 14953125 N \cdot mm$$

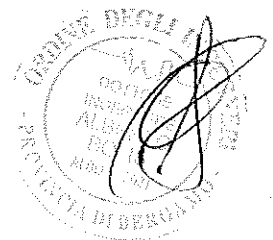
$$W_{pl} = 107300 \text{ mm}^3$$

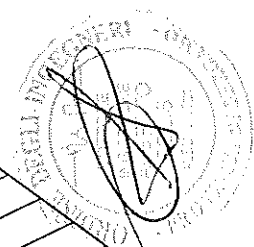
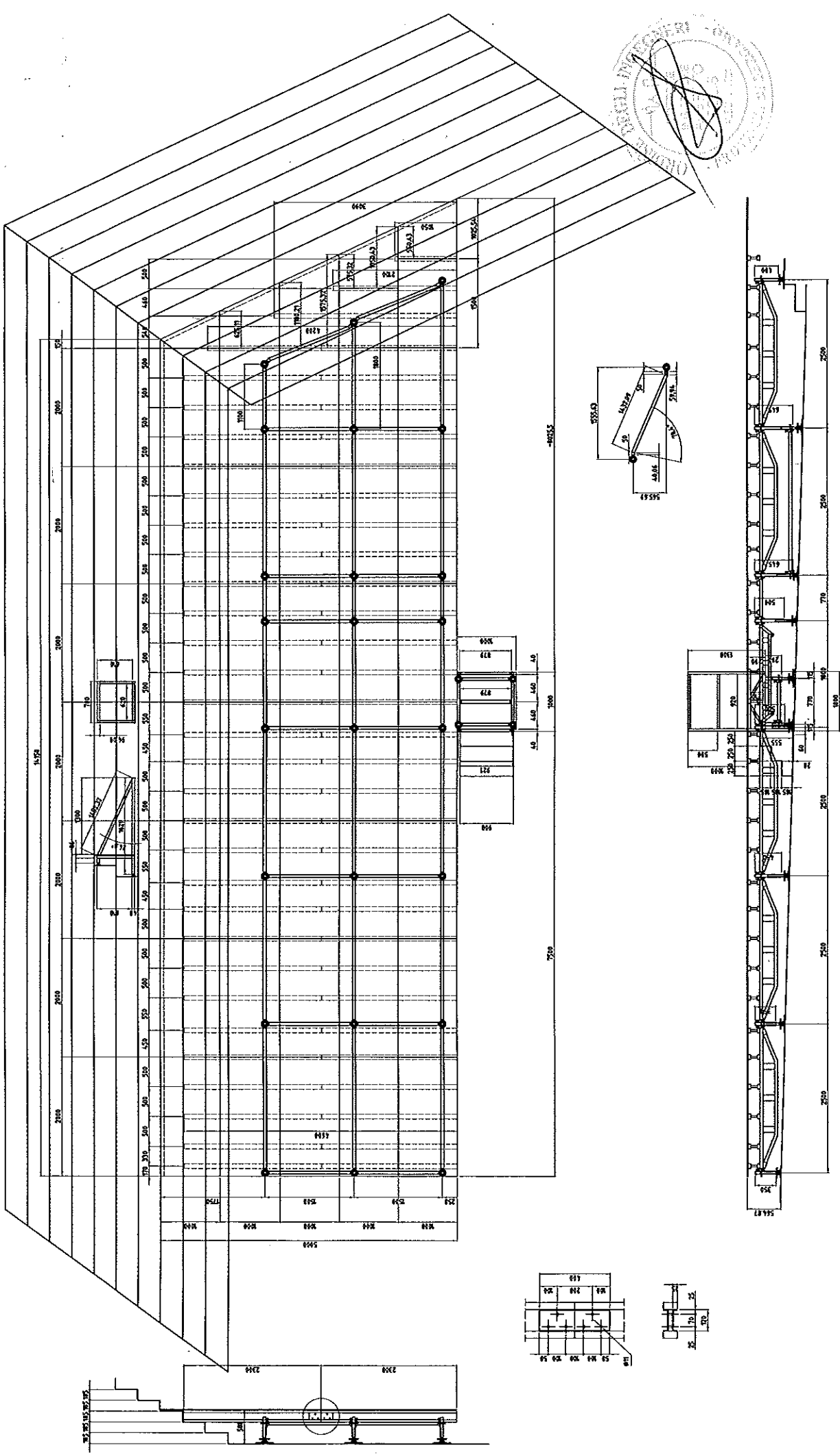
$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \left(\frac{107300 \cdot 235}{1.05} \right) N \cdot mm = 25014761 N \cdot mm$$

Verifica della briglia compressa (rompitrittata $L_0=600\text{mm}$):

$$N_{b,Rd} \cong 82963 N$$

$$N_{Rd} = \frac{M_{Rd}}{b} = \left(\frac{14953125}{248} \right) N \cong 60294 N < N_{b,Rd} \rightarrow \text{Verifica soddisfatta!}$$

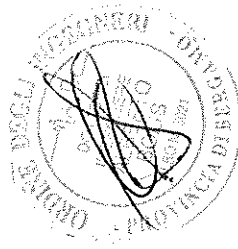
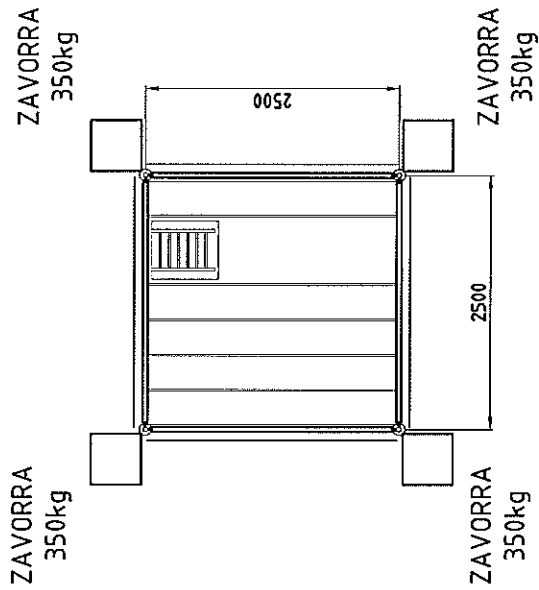
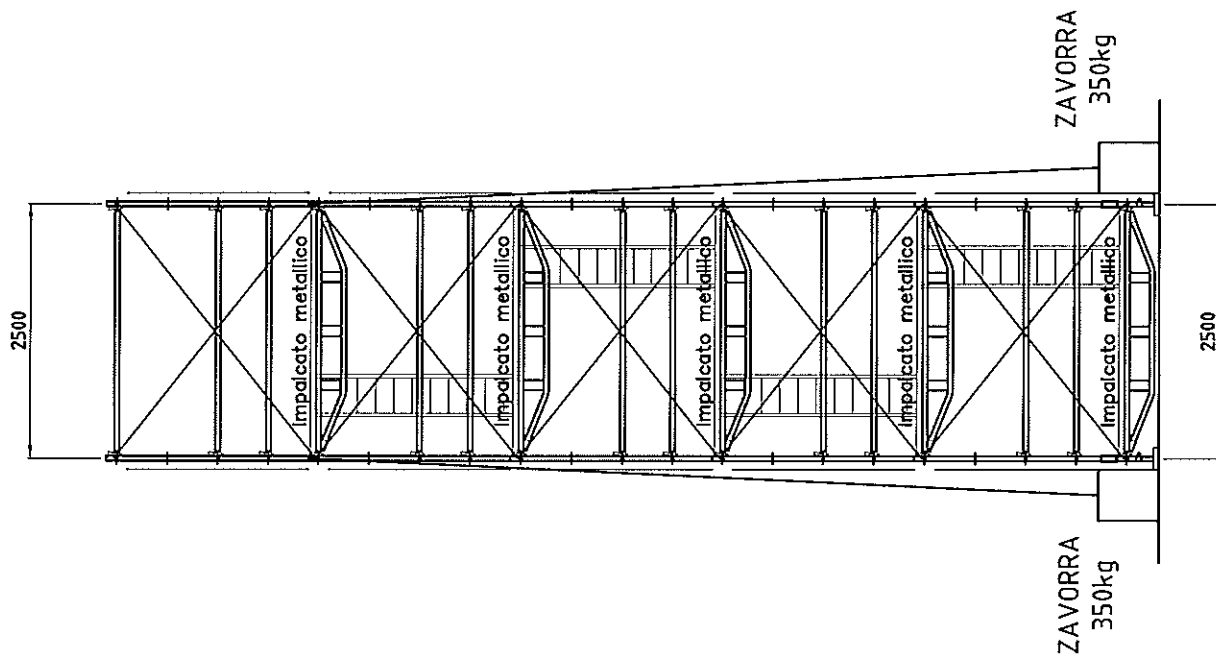





COMUNE DI MASSA MARITTIMA		PROGETTO	
PEDANA MULTICETTA		CANTIERE	
CETASPA		CANTIERE	
Baldelli L.		CANTIERE	
08/07/2011		CANTIERE	
1030		CANTIERE	
ASSIEME		CANTIERE	

REVISIONI

Rev.	Descrizione	Data	Firma



 CETA SPA 24127 BERGAMO VIA GRUNELLO 47 TEL. 035/4548511 - FAX 035/261622 WEB: www.ceta.it E-mail: ceta@ceta.it		Cliente: Comune di Massa Marittima Tipo: Torretta
DISEGNATO: Alberto Bolis CONTROLLATO:	DATA: 14/07/2011 SCALA: 1:50 CANTIERE:	Disegno n°: 10946 Categoria: V - S
Approvato:		Rev.:
Massa Marittima		