



COMUNE DI ALTIDONA



COMUNE DI PEDASO

SERVIZIO TUTELA, GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
P.F. TUTELA DEL TERRITORIO DI FERMO

## COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE IN PROSSIMITÀ DELLA FOCE DEL FIUME ASO TRA I COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO

CUP: G11B17000310001

*D.G.R. n.784 del 10.07.2017 e dell'art.5 del D.M. 481/2016 del MIT*



# PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

N. ELAB.

## RELAZIONE CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE, APPARECCHI D'APPOGGIO E FONDAZIONI

10

P.F.TUTELA DEL TERRITORIO DI FERMO  
il Dirigente **Dott. Giuseppe SERAFINI**

### NUCLEO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe LAURETI  
Ing. Marco TROVARELLI  
Geom. Andrea CICCOLINI  
Geom. Simone ALBERTINI  
Geom. Damiano PIERAMICI

DATA: Luglio 2018

**COLLEGAMENTO CICLO PEDONALE  
TRA I COMUNI DI PEDASO E ALTIDONA.  
PONTE A STRUTTURA METALLICA**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**RELAZIONE QUALITA' MATERIALI**

**INDICE:**

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Norme di calcolo.....         | pag 2  |
| Relazione sui Materiali ..... | pag 3  |
| Relazione generale .....      | pag 6  |
| Carichi .....                 | pag 7  |
| Verifiche strutturali.....    | pag 11 |
| Relazione fondazioni .....    | pag 17 |

Il progettista:

Il direttore  
dei lavori:

rev. Gennaio 2018

## NORME DI CALCOLO

\* DM 14/01/2008 Ministero delle Infrastrutture - nuove norme tecniche per le costruzioni

\* Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

\*CNR/UNI 10011 Istruzioni per il calcolo delle strutture in acciaio .

**COLLEGAMENTO CICLO PEDONALE  
TRA I COMUNI DI PEDASO E ALTIDONA.  
PONTE A STRUTTURA METALLICA**

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

Nella costruzione dovranno essere usati i seguenti materiali:

**MATERIALI PER LE STRUTTURE IN ACCIAIO:**

Profilati e lamiera : Acciaio **S275 B** secondo UNI EN 10025  
(ex Fe 430 B)

Bulloni : classe 8.8      UNI EN ISO 898/2001 o classi  
superiori

Saldatura ad arco elettrico con elettrodi di classe E 44 B 4L

**MATERIALI PER LE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Calcestruzzo classe minima **C20/25** UNI EN 206-1 / UNI 11104  
(equivalente ex rck 250 kg/cmq)

Ferri ad aderenza migliorata B450C secondo UNI EN 10080  
(ex Fe b 44 k)

Per i materiali ferrosi , sia per le strutture in  
elevazione , sia per le fondazioni dovranno essere  
esibiti alla direzione lavori i certificati di ferriera  
comprovanti la qualita'.

il Progettista:

il Direttore lavori:

**PRINCIPALI TENSIONI DI CONFRONTO AGLI STATI LIMITE  
ULTIMI PER I MATERIALI UTILIZZATI**

|   |                             |       |                         |
|---|-----------------------------|-------|-------------------------|
| <b>Materiale base : S275 (ex Fe 430 B)</b>            |                             |       |                         |
|   | snervamento                 | 275   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   | rottura                     | 430   | N/mm <sup>2</sup>       |
| Trazione, Compressione e Flessione                    |                             |       |                         |
| (senza instabilità)                                   | $f_{yk} / \gamma_{M0}$      | 262   |                         |
| N/mm <sup>2</sup>                                     |                             |       | 2670 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Trazione in sezioni forate $0.9 f_{yk} / \gamma_{M2}$ |                             |       |                         |
|   |                             | 310   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 3160 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Taglio $f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M0}$                |                             |       |                         |
|   |                             | 151   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 1541 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Pressione di rifollamento per                         |                             |       |                         |
| passo 3D pinza 1,5D                                   | $1.06 f_{tk} / \gamma_{M2}$ | 363   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 3700 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Pressione di rifollamento per                         |                             |       |                         |
| passo 3D pinza 2D                                     | $1.41 f_{tk} / \gamma_{M2}$ | 485   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 4943 Kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Bulloni :</b>                                      |                             |       |                         |
| <b>classe 8.8</b>                                     |                             |       |                         |
|   | snervamento                 | 640   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   | rottura                     | 800   | N/mm <sup>2</sup>       |
| Taglio gambo $0.6 f_{tb} / \gamma_{M2}$               |                             |       |                         |
|   |                             | 384   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 3914 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Trazione (sez filettata) $0.9 f_{tb} / \gamma_{M2}$   |                             |       |                         |
|   |                             | 576   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 5871 Kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>classe 10.9</b>                                    |                             |       |                         |
|   | snervamento                 | 900   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   | rottura                     | 10000 | N/mm <sup>2</sup>       |
| Taglio gambo $0.6 f_{tb} / \gamma_{M2}$               |                             |       |                         |
|   |                             | 480   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 4892 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Trazione (sez filettata) $0.9 f_{tb} / \gamma_{M2}$   |                             |       |                         |
|   |                             | 720   | N/mm <sup>2</sup>       |
|   |                             |       | 7339 Kg/cm <sup>2</sup> |

---

|                       |   |  |  |
|-----------------------|---|--|--|
| <b>Calcestruzzo</b>   | : | classe <b>C20/25</b>                             | (ex Rck 250 kg/cmq)                              |
| Compressione          |   | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$ | 11.3 N/mm <sup>2</sup><br>115 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Taglio                |   | $V_{rzd} = \alpha_c \times f'_{cd} \times 1/2 =$ | 2.8 N/mm <sup>2</sup><br>28 Kg/cm <sup>2</sup>   |
| <b>Ferri per c.a.</b> | : | B450C  | (ex Fe b 44 k)                                   |
| trazione              |   | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$                   | 391 N/mm <sup>2</sup><br>3990 Kg/cm <sup>2</sup> |

## RELAZIONE TECNICA GENERALE

Si tratta di un ponte ciclopedonale a sei campate a struttura in acciaio - luci da 23 m lunghezza totale = 135 m

Lo schema statico e' a travi rese continue con giunzioni "a coprighiunto" con bulloni ad alta resistenza . Giunti opportunamente sfalsati rispetto agli appoggi.

Ai fini della dilatazione termica le pile centrali costituiscono "punto fisso" per l'intero impalcato, che risulta invece scorrevole longitudinalmente sulle altre pile e sulle spalle di estremita'.

Tale scorrimento e' reso possibile da apparecchi di appoggio in acciaio e teflon opportunamente dimensionati.

L'acciaio adottato per le travate e' S275 ( ex Fe430) zincato a caldo. In alternativa potrà essere usato acciaio tipo COR.TEN , equivalente per le caratteristiche meccaniche a Fe510 , ma dotato di caratteristiche di autoprotezione contro l'ossidazione che lo rendono idoneo ad essere messo in opera senza alcun trattamento protettivo di verniciatura o zincatura.

Il solaio è con travi secondarie a interasse di 1.5m circa , lamiera grecata , getto di completamento in calcestruzzo e finitura al quarzo.

La verifica sotto i carichi sismici è condotta cautelativamente secondo il criterio della "Analisi lineare statica" di cui al punto 7.3.2 delle NTC

## CARICHI

|   |            |
|---|------------|
| Peso proprio struttura in acciaio ..... | 7850 Kg/mc |
| ≅                                       | 200 kg/mq  |
| pp solaio lamiera + CLS + finitura :    | 250 kg/mq  |
| sovraccarico                            | 500 kg/mq  |

## CARICO DEL VENTO (par 3.3.4)

ZONA GEOGRAFICA 3  
DISTANZA DALLA COSTA km .5  
ALTEZZA m 1 sul livello del mare  
CLASSE DI RUGOSITA' C  
Categoria di esposizione : 3  
velocit... di riferimento  $v_b = 27$  m/s  
pressione cinetica di riferimento  $q_b = 45$  kg/mq

Per altezza fino a 5 m Pressione = 77 kg/mq  
Per altezza 10 m Pressione = 97 kg/mq

## CARICO DELLA NEVE (paragrafo 3.4.2)

ZONA GEOGRAFICA II  
ALTEZZA m 5 sul livello del mare

CARICO NEVE RISULTANTE  $q_{sk} = 100$  kg/mq



### Carichi sismici

(ex zona II categoria)

**Coordinate del sito :** 42.82° N 13,82°E

**TIPO DI COSTRUZIONE** (par 2.4.1) : Tipo 2 - ordinario

**CLASSE D'USO** (par 2.4.2) : classe 2 - normale

**VITA NOMINALE** (par 2.4.3) : Vr =50 anni

**CATEGORIA SOTTOSUOLO**(par 3.2.2): Tipo C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza

**CATEGORIA TOPOGRAFICA**(par 3.2.2): Tipo T1 - Superficie pianeggiante

|  |             |                  |                  |
|--|-------------|------------------|------------------|
| Localizzazione del sito                                    |             |                  |                  |
| Lat./Long.   | 43,103      | 13,840           | Zona da Lat/Long |
| Parametri tipologici dell'edificio                         |             |                  |                  |
| Tipo   | 2 ordinario | Classe d'uso     | 2 normale        |
| Vita: Vn/Vr  | 50/50       | Classe duttilità | B bassa          |
| Categorie del suolo  |             |                  |                  |
| Stratigrafica  | C           | Topografica      | T1 [0%]          |
| Periodi di ritorno dell'azione sismica                     |             |                  |                  |
| SLD  | 35          | SLD              | 50               |
| SLV  | 475         | SLC              | 975              |
| sl. Operatività   sl. Danno   sl. Salv.Vita   sl. Collasso |             |                  |                  |
| Parametri di pericolosità sismica del sito                 |             |                  |                  |
| Ag*  | 0,179       | Fo*              | 2,45             |
| Tc*  | 0,31        | valori default   |                  |
| Spettro elastico orizzontale                               |             |                  |                  |
| Ag   | 0,179       | Tb               | 0,16             |
| Tc   | 0,48        | Td               | 2,31             |
| Fo   | 2,45        | Ss               | 1,44             |
| St   | 1,00        | q                | 4,00 ?           |
| Spettro elastico verticale                                 |             |                  |                  |
| Ag   | 0,179       | Tb               | 0,05             |
| Tc   | 0,15        | Td               | 1,00             |
| Fv   | 1,40        | Ss               | 1,00             |
| St   | 1,00        | q                | 1,50 ?           |

## CARATTERISTICHE DELL'AREA

Coordinate :

|             |        |
|-------------|--------|
| Latitudine  | 43,103 |
| Longitudine | 13,84  |

Parametri risultanti da tabelle allegato B

|                  |       |     |
|------------------|-------|-----|
| Ag =             | 0,179 | g   |
| F <sub>0</sub> = | 2,45  |     |
| T*c =            | 0,31  | sec |

## CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

c

Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza

$$S_s = 1,43687$$

Categoria topografica T

1

piano

$$S_t = 1$$

Valori dei parametri :

|      |          |
|------|----------|
| Cc = | 1,545397 |
| S=   | 1,43687  |
| Tb=  | 0,159691 |
| Tc=  | 0,479073 |
| Td=  | 2,316    |
| η=   | 1        |

## CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

### SISTEMA COSTRUTTIVO DELL'EDIFICIO

10 ...  
Struttura in acciaio a mensola o pendolo inverso  
...  
...

|                    |   |
|--------------------|---|
| Numero di piani:   | 1 |
| Altezza in metri:  | 7 |
| Numero di campate: | 3 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| $\alpha_y/\alpha_1$          | 1,1 |
| Classe di duttilità          | a   |
| Classe regolarità<br>altezza | a   |
|                              | 1   |

Risulta:

|             |                                  |                  |
|-------------|----------------------------------|------------------|
| Fatt.strutt | $q_0 =$                          | 2,2              |
|             | $q =$                            | 2,2              |
|             | $C_1 =$                          | 0,050            |
|             | $T_1$ (1° periodo di vibrazione) | 0,215            |
|             | $\lambda =$                      | 1                |
|             |                                  | 0,630            |
|             | <b><math>S_d(T_1) =</math></b>   | <b>0,286</b>     |
|             | <b><math>F_h =</math></b>        | <b>0,286 x W</b> |

## VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

### 1) Travi secondarie interasse 1.5 m

$$q = 850 \times 1.5 = 1275 \text{ kg/m}$$

$$\text{traversa } M = 1275 \times 3^2 / 8 = 1434 \text{ kgm}$$

$$\text{traversa } M = 3250 \text{ kg} \times 3 / 6 = 1625 \text{ kgm}$$

$$W_{\min} = 90 \text{ cmc}$$

IPE200

$$W = 194 \text{ cm}^3$$

#### CARICO UNITARIO:

Peso proprio travi in acciaio ..... 20 Kg/mq

Peso solaio ..... 200 Kg/mq

Totale carico permanente ..... 220 Kg/mq

Sovraccarico accidentale folla ..... 500 kg/mq

Totale ..... 120 Kg/mq

Interasse travi 1.5 m

luce max 3 m

$$\text{Carico trave} = (1.3 \times 220 + 1.5 \times 500) \times 1.5 = 1554 \text{ kg/m}$$

$$M_{\max} = 1554 \times 3^2 / 8 = 1748 \text{ kgm}$$

Profilato : IPE200

resistenza di calcolo a flessione :

$$M_{c,Rd} = 194 \times 27500 / 1.05 = 5080952 \text{ Ncm} = 5179 \text{ kgm}$$

### 2) TRAVI PRINCIPALI luce massima 23 m

#### CARICO UNITARIO:

Peso proprio travi in acciaio ..... 200 Kg/mq

Peso solaio ..... 250 Kg/mq

..

Totale carico permanente ..... 450 Kg/mq  
Sovraccarico accidentale folla ..... 500 kg/mq  
Totale ..... 950 Kg/mq

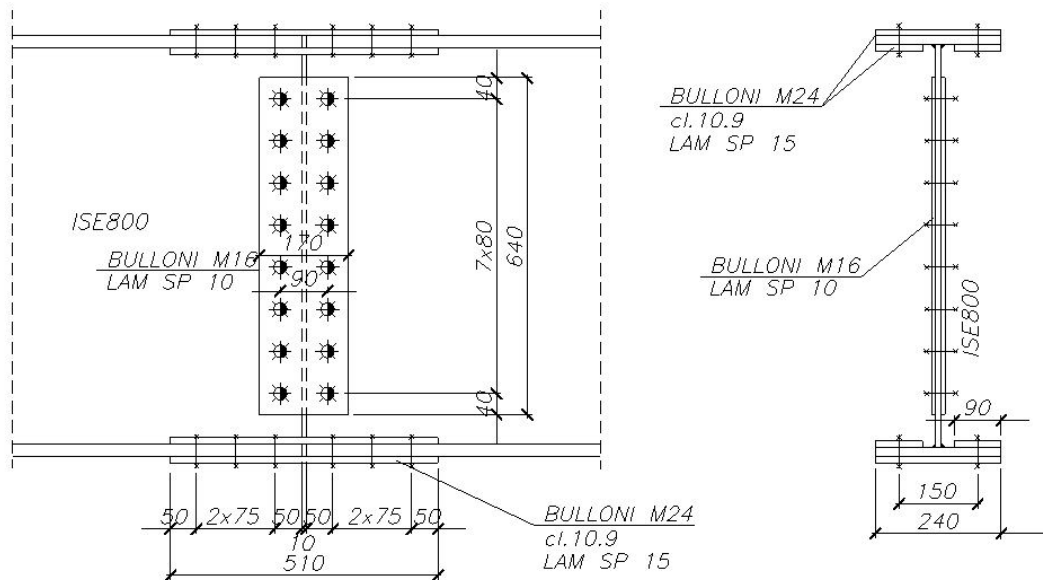
Interasse travi 3 m  
luce max 23 m

Carico trave =  $(1.3 \times 450 + 1.5 \times 500) \times 1.5 = 2003 \text{ kg/m}$   
 $M_{\text{max}} = 2003 \times 23^2 / 8 = 132415 \text{ kgm}$

Profilato : ISE 800 (800x240x14x25)  
 $p=177 \text{ kg/m}$   
 $a = 225 \text{ cmq}$   
 $J_x = 229468 \text{ cm}^4$   
 $W_x = 5736 \text{ cm}^3$

resistenza di calcolo a flessione :  
 $M_{c,Rd} = 5736 \times 27500 / 1,05 / 981 = 153138 \text{ kgm}$

#### GIUNTO INTERMEDIO TRAVE



Il giunto ha il solo scopo di non avere elementi di trave più lunghi di 12 metri che sarebbero di difficile trasporto e zincatura.

Pertanto il giunto è fatto in una posizione di della trave poco sollecitata : a circa 0,24 della luce.

In tale posizione i momenti flettenti teorici sono prossimi allo zero e i tagli sono 0,5 del massimo.

Cautelativamente si verifica il giunto per

$$M = 0,5 M_{\max} \quad e \quad T = 0,75 T_{\max}$$

$$M_{\max} = 132415/2 = 66207 \text{ kgm}$$

$$N_{\text{sup inf}} = 66207 \text{kgm} / 0.78 \text{m} = 84881 \text{ kg}$$

$$\text{piatti } 240 \times 12 + 2 \times 90 \times 12 \quad A = 50 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = 84881/50 = 1698 \text{ kg/cm}^2 < f_{yk}/\gamma_{MO} = 2670 \text{ kg/cm}^2$$

$$6 \text{ bull M24} \quad c1 \text{ 10.9}$$

$$\tau = 84881/(12 \times 4.5) = 1571 \text{ kg/cm}^2 < 3914 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{rif}} = 84881/(6 \times 2.4 \times 2.4) = 2456 \text{ kg/cm}^2 < 5871 \text{ kg/cm}^2$$

Verifica contro lo scorrimento bulloni ad attrito (par  
4.2.8.1.1. NTC)

$$\text{Forza precarico bull M24 classe 10.9} =$$

$$= 0,7 \times 10000 \text{kg/cm}^2 \times 3.53 \text{cm}^2 / 1,1 = 22463 \text{ kg}$$

$$\text{coeff attrito} = 0,45$$

$$\text{Resistenza di calcolo allo scorrimento} =$$

$$= 0.45 \times 22463 / 1.25 = 8086 \text{ kg per ogni superficie}$$

$$12 \times 8086 = 97032 \text{ kg} > 84881 \text{ kg}$$

### 3) TRAVERSE DI APPOGGIO

Carico massimo:

$$\begin{aligned}\text{Carico trave} &= (1.3 \times 450 + 1.5 \times 500) \times 1.5 \times 23\text{m} = 46069\text{kg} \\ M_{\text{max}} &= 46069 \times 1.2\text{m} = 55280 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Profilato : H 400 x300 x12 x25

AREA= 192 cmq  
p=152 kg/m

Jxx= 57100 cm<sup>4</sup>  
Wxx= 2855 cm<sup>3</sup>  
i<sub>xx</sub>= 17.2 cm  
Jyy= 11250 cm<sup>4</sup>  
Wyy= 750 cm<sup>3</sup>  
i<sub>yy</sub>= 7.6 cm

resistenza di calcolo a flessione :  
 $M_{c,Rd} = 2855 \times 27500 / 1,05 / 981 = 76222 \text{ kgm}$

Le travi principali sono appoggiate tramite appoggi in neoprene con superficie di scorrimento inox/Teflon.  
Coefficiente di attrito 4%  
Forza orizz massima =  $46069 \times 0.04 = 1843 \text{ kg}$   
 $M_h = 1843 \times 1.2 \text{ m} = 2211 \text{ kgm}$

$$\text{Sigma} = 221100 / 300 = 736 << f_{yk} / \gamma_{M0} = 2670 \text{ Kg/cmq}$$

resistenza di calcolo a flessione orizzontale (solo ala superiore):  
 $M_{c,Rd} = 375 \times 27500 / 1,05 / 981 = 10011 \text{ kgm}$

$$55280 / 76222 + 2211 / 10011 = 0.725 + 0.221 = 0.946 < 1$$

### 3) PILASTRI

CARICO UNITARIO:

Peso proprio impalcato  $450\text{kg/mq} \times 3\text{m} \times 23\text{m} = 31050\text{ kg}$

Sovraccarico accidentale folla =

$= 500\text{kg/mq} \times 3\text{m} \times 23\text{m} = 34500\text{ kg}$

Peso proprio pilastro C.A.  $\Phi 100\text{ cm} = 1960\text{ kg/m}$

Per 6 m = 11760 kg

$N_{\text{max}} = 1.3 \times 31050 + 1.3 \times 11760 + 1.5 \times 34500 = 107403\text{ kg}$

Azioni sismiche

( NTC 5.1.3.8 Azioni sismiche

Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico. )

Forza sismica trasversale:

Masse coinvolte

Impalcato  $23\text{m} \times 3\text{m} \times 450\text{ kg/m}^2 = 31\text{ Ton}$

Pilastro  $0.5 \times 11800 = 6\text{ Ton}$

Totale massa 37 Ton

$F_h = 0.286 \times 37000 = 10580\text{ kg}$

$M = 10580 \times 6\text{m} = 63500\text{ kgm}$

Forza sismica longitudinale:

Masse coinvolte

Impalcato  $115\text{m} \times 3\text{m} \times 450\text{ kg/m}^2 = 155\text{ Ton}$

Pilastri ( 3 ) =  $3 \times 6 = 18\text{ Ton}$

Totale massa 173 Ton

$F_h = 0.286 \times 173000 = 49500\text{ kg}$

diviso su 3 pilastri centrali = 16500 kg a pilastro



$M = 16500 \times 6m = 99000 \text{ kgm}$

**DIAMETRO PILASTRO in cm      100**

COPRIFERRO in cm      4

NUMERO FERRI      24

DIAMETRO DEI FERRI      27

AZIONE ASSIALE in kg:      33000

MOMENTO FLETTENTE in kgm:      99000

RISULTA :

Asse neutro a cm    36.5    dal margine compresso

Sigma max calcestruzzo    102    kg/cm<sup>2</sup>

Sigma max ferro teso      2506    kg/cm<sup>2</sup>

Sigma max ferro compresso 1370    kg/cm<sup>2</sup>

NB: Per esigenze geotecniche il diametro viene aumentato a 120 cm. Vedi pag 20

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

Le fondazioni delle pile sono costituite dal prolungamento delle stesse come pali trivellati di diametro 120 cm.

Per le spalle si utilizzano invece 2 pali diametro 80 cm.

La portata dei pali è verificata in accordo ai dati geotecnici individuati nella relazione geotecnica del dott. ??????, allegata al presente progetto, di cui si trascrivono i dati fondamentali:

**a - Terreno di riporto:** risulta piuttosto difficile caratterizzare da un punto di vista geotecnico tali terreni in quanto litologicamente e tessituralmente molto eterogenei.

Tale terreno, con spessore di circa 3.0 m (in corrispondenza delle prove penetrometriche eseguite P1 e P2), è stato collocato in posto per la realizzazione dei rilevati arginali del Fiume

Aso. A principale componente limoso sabbiosa, si presenta eterogeneo, con elementi ghiaiosi centimetrici sparsi e rari frammenti di laterizi.

Si tratta di un terreno sciolto che presenta le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche.

peso di volume = 1.75 - 1.80 g/cm<sup>3</sup>

angolo di attrito interno = 21° - 23° gradi

coesione drenata = 0.00 - 0.01 Kg/cm<sup>2</sup>

M = modulo edometrico = 40.0 - 50.0 Kg/cm<sup>2</sup>

Tali litotipi presentano scadenti caratteristiche fisico-meccaniche.

**b - Limi sabbioso-argillosi** (Depositi alluvionali): trattasi di limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi di medio-bassa consistenza, localmente plastici, con elementi ghiaiosi sparsi.

Tali litotipi, sono presenti, inoltre, a varie profondità, sottoforma di lenti o sottili livelli più o meno discontinui.

Si tratta di depositi sciolti, debolmente coerenti, normalmente consolidati, le cui caratteristiche fisico-meccaniche, stimate anche sulla base dei tests penetrometrici, possono essere così riassunte:

peso di volume = 1.90 - 1.95 g/cm<sup>3</sup>

angolo di attrito interno = 23° - 25° gradi

coesione drenata = 0.01 - 0.02 Kg/cm<sup>2</sup>  
coesione non drenata ( $\phi = 0^\circ$ ) = 0.50 - 0.70 Kg/cm<sup>2</sup>  
M = modulo edometrico = 50.0 - 60.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
Tali litotipi presentano scadenti-mediocri  
caratteristiche fisico-meccaniche.

**c - Sabbie limose debolmente ghiaiose** (Depositi alluvionali): trattasi di sabbie limose, localmente limi sabbiosi, con elementi ghiaiosi sparsi.  
Si tratta di un terreno sciolto, prevalentemente incoerente, normalmente consolidato, rinvenibile in tutte le prove penetrometriche eseguite, per il quale possono essere assunte le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche, stimate anche sulla base dei tests penetrometrici eseguiti;

peso di volume del terreno = 1.85 - 1.90 g/cm<sup>3</sup>  
angolo di attrito interno = 27° - 29° gradi  
coesione drenata = 0.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
modulo elastico = 80.0 - 120.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
Trattasi di litotipi dalle discrete caratteristiche fisico-meccaniche.

**d - Ghiaia e Sabbia e/o Sabbia e Ghiaia** (Depositi alluvionali): trattasi di ghiaie e ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa variabile.

Nella porzione superiore le sabbie risultano abbondanti e prevalenti.

La natura delle ghiaie risulta prevalentemente calcarea, con clasti, da sub-arrotondati ad appiattiti, di dimensioni prevalentemente centimetriche a luoghi decimetriche.

Si tratta di un terreno sciolto, incoerente, da moderatamente addensato a ben addensato, rinvenibile, al disotto del litotipo "c" fino al termine delle prove penetrometriche eseguite.

Tale terreno presenta caratteristiche fisico-meccaniche da discrete a buone (quest'ultime soprattutto nella porzione inferiore), stimate anche sulla base dei test penetrometrici, che possono essere così riassunte:

peso di volume del terreno = 1.80 - 1.85 g/cm<sup>3</sup>  
densità relativa = 60.0 - 85.0 %  
angolo di attrito interno = 30° - 36° gradi  
coesione drenata = 0.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
E = modulo elastico = 120.0 - >250.0 Kg/cm<sup>2</sup>

## CARICHI SULLE FONDAZIONI

| PILASTRI IN ALVEO                            |        |         |         |         |
|--|--------|---------|---------|---------|
|  | N (kg) | M (kgm) | Tx (kg) | Ty (kg) |
| CARICO PERMANENTE Peso proprio<br>ponte+pila | 43000  |         |         |         |
| SOVRACCARICO PONTE                           | 35000  |         |         |         |
| VENTO TRASVERSALE                            |        | 42000   |         | 6000    |
| SISMA TRASVERSALE                            |        | 63000   |         | 10580   |
| SISMA LONGITUDINALE                          |        | 99000   | 16500   |         |

## SPALLE

|  | N (kg) | M (kgm) | Tx (kg) | Ty (kg) |
|--|--------|---------|---------|---------|
| CARICO PERMANENTE Peso proprio<br>ponte+pila | -----  |         |         |         |
| SOVRACCARICO PONTE                           | -----  |         |         |         |
| VENTO TRASVERSALE                            |        | -----   |         | -----   |
| SISMA TRASVERSALE                            |        | -----   |         | -----   |
| SISMA LONGITUDINALE                          |        | -----   | -----   |         |

**Nota : i valori delle tabelle sono da intendersi al netto dei coefficienti di combinazione di cui al par 2.5 delle NTC**

Verifica pr i soli carichi verticali  
Palo trivellato diam.120 immerso in terreno incoerente  
densita ' 1900 kg/mc  
angolo attrito = 25 gradi

si trascura il possibile contributo degli strati più  
superficiali ( 3m) e la portanza di punta

portanza laterale:

densita' del calcestruzzo 2400 kg/mc  
pressione del getto sulla parete del foro trivellato : da 0 a 10  
metri aumenta linearmente fino al valore  $10 \times 2400 = 24 \text{ ton/mq}$   
oltre i 10 metri resta costante a  $24 \text{ ton/mq}$

attrito palo-terreno =  $\text{tg}(25) = 0.41$

L= lunghezza palo

$$P_{\max} = ((L-10) + 10/2 - 3/2) \times (1.2 \times 3.14 \times 24 \times 0.41) = \\ = (L-10) \times 37 + 129 \text{ ton}$$

per L= 18 m  $P_{\max} = 425 \text{ ton}$

$P_{\text{amm}} = 425/2.5 = 170 \text{ ton}$

detratto il peso del palo resta  $P_{\text{amm}} = 120 \text{ ton}$

Verifica ai carichi orizzontali

L= 18 m

Si trascurano i primi 3m resta prof 15m

$F_h \max = 16500 \text{ kg}$

$M \max = 16500 \text{ kg} \times (6+3+7.5) = 272250 \text{ kgm}$

Sezione reagente palo/terra = 1 m x 15m

Area = 15 mq

$W = 15^2 \times 1 / 6 = 37 \text{ m}^3$

$\Sigma = 16500/15 \pm 272250/37 = 1100 \pm 7358 = + 8458 / -6258$   
 $\text{kg/mq}$

$= 1.167 \text{ kg/cm}^2$

massima spinta passiva a prof. 3m

Formula di BROMS (1964b). Sulla base dell'evidenza sperimentale,  
l'autore ha proposto:

$$P_u = p_u \cdot D = 3K p \cdot \sigma' \cdot v \cdot D = 27516 \text{ kg/m}^2 = 2.75 \text{ kg/cm}^2$$

**DIAMETRO PILASTRO in cm 120**

Area 11300 cm<sup>2</sup>

COPRIFERRO in cm 4

NUMERO FERRI 32  $\Phi$  27

STAFFE  $\Phi$  12/30

AREA FERRI 182 cmq ( 1.65 %)

AZIONE ASSIALE in kg: 33000  
MOMENTO FLETTENTE in kgm:  $16000 \times 11\text{m} = 176000$

RISULTA :

Asse neutro a cm 42.1 dal margine compresso  
Sigma max calcestruzzo 107 kg/cmq  
Sigma max ferro teso 2832 kg/cmq  
Sigma max ferro compresso 1461 kg/cmq

Per i pilastri delle pile si adotta una lunghezza trivellata di 18 metri.

Per i pilastri delle spalle si adottano 2 pali  $\Phi$  80 cm lunghezza di 15 metri.

Armatura dei pali 20  $\Phi$  24  
spirale diam.10/30

## COMPUTO METRICO

### **PESO STRUTTURE ACCIAIO**

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| TRAVI ISE 800 2x115 x 177 =    | 40710 kg |
| TRAVI SECONDARIE IPE 200 81x3m | 5443 kg  |
| TRAVI APPOGGIO 4x3.5m x 152    | 2128 kg  |
| CONTROVENTI L40x4 330 m =      | 792 kg   |
| CONTROVENTI L70x7 25 m =       | 180 kg   |
| PIASTRE , GIUNTI , BULLONI     | 3747 kg  |

**TOTALE ..... 53000 kg**

( = 460 kg/m = 150 kg/mq )

Prezzo 11.01.001.002 (Manufatti in acciaio Fe 430) 2.9 €/kg

### **RINGHIERE**

2300 kg

Acciaio

5.75 €/kg

Zincatura a caldo opere in acciaio ..... 55300 kg

Prezzo 11.02.021.001 (Zincatura a caldo per immersione) 0.66 €/kg

LAMIERA GRECATA A75 sp 0,8mm 370 mq ( 4070 kg)

Prezzo 11.02.001 (Solai in lamiera zincata) 2.64 €/kg

### **STRUTTURE IN C.A:**

PALI Ø100 n.4 x 25m

100 m

PALI Ø 60 n.6 x 20m

120 m

GETTO SOLETTA E PAVIMENTO

45 mc

**TOTALE CLS**

**165 mc**

**FERRI 100 kg/mc**

**16500 kg**