

Fiume Mincio

Opere idrauliche di II categoria

MN-E-394-M

CUP: **B64H15000070002**

CIG:



Lotto A

ELABORATO

RELAZIONI DI CALCOLO

Relazione di calcolo delle opere provvisionali

Rostri per alloggiamento panconi di valle e parapetti

UBICAZIONE OPERE

Comune di Mantova
Località Ponte dei Mulini

DATA: Agosto 2018

AGG. -

SCALA:

-

COMMITTENTE

AIPO - Ufficio operativo di Mantova

Vicolo Canove, 26 - 46100 Mantova

tel. + 39 0376320461

fax. + 39 0376320464

e-mail: ufficio-mn@agenziapo.it

Raggruppamento temporaneo d'impresa

POLARIS - STUDIO ASSOCIATO



HYDRODATA S.p.a.



ENGE S.r.l.



SAP S.r.l.



Legale rappresentante
della Capogruppo R.T.I.



Responsabile unico del procedimento

Ing. Ivano Galvani

Il Coordinatore alla Progettazione

Ing. Marcello Moretti

Assistente

Dott. Paolo Michelini

Lavori di ripristino funzionale del manufatto a sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone", a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012

2.c.4.1

SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Verifiche sui pali di connessione dei rostri	3
2.1. Determinazione azioni.....	3
2.2. Sollecitazione applicate	4
2.3. Caratteristiche geometriche e meccaniche pali di connessione.....	4
2.4. Verifiche di resistenza	4
3. Verifiche sui parapetti	6

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

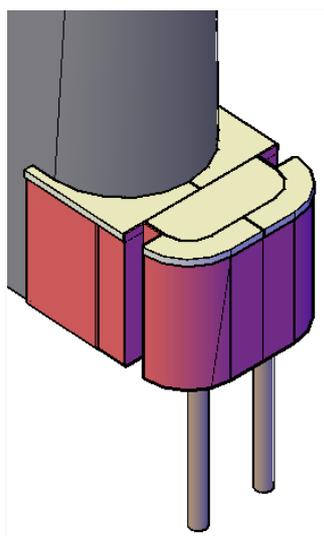
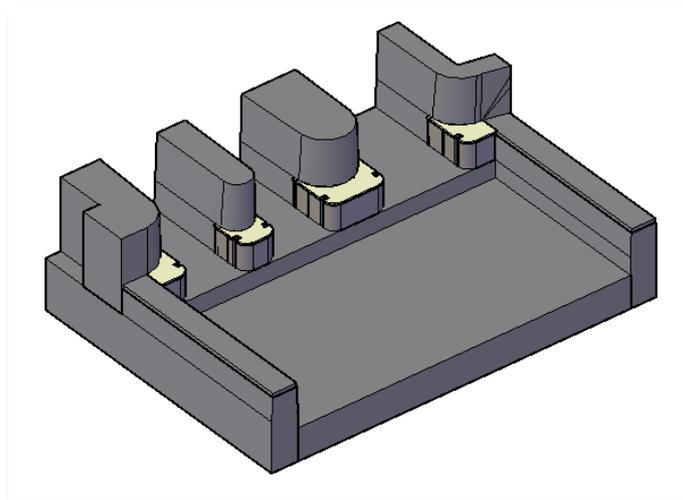
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

1. Premessa

A seguito verranno esposti i calcoli eseguiti secondo le N.T.C. 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" degli elementi applicati alle pile e spalle di valle, in seguito chiamati "Rostrì", relativi al manufatto idraulico denominato Vasarone. La funzione di questi elementi sarà quella di permettere l'applicazione di panconi a valle dell'opera fatti scorrere nei gargami ricavati al loro interno.

In particolare vengono eseguite le verifiche sui pali in acciaio applicati per vincolare i rostrì al manufatto esistente, detti pali inseriti all'interno della fondazione per circa 2 mt avranno il compito di opporsi alla spinta idrostatica dell'acqua che andrà a gravare sui panconi metallici, aventi il compito, unitamente ai panconi di monte, di permettere l'asportazione di tutta l'acqua presente nei canali per consentire le varie lavorazioni al loro interno.

Per garantire un ancoraggio efficace si prevede di effettuare delle perforazioni verticali di diametro 200 mm per una profondità di circa 2,10 mt all'interno della fondazione; successivamente al calaggio in posizione del cassone sarà inserito nel foro precedentemente realizzato un tubo di armatura diametro 139,7 \neq 8 mm la cui parte sommitale sarà annegata nel getto di calcestruzzo di riempimento dei rostrì. Per il corretto fissaggio si impiegherà una malta fluida, adeguatamente additivata per evitarne il dilavamento, iniettata per rifluimento nella cavità precedentemente ricavata; un sistema di guarnizioni e di tubi camicia impedirà qualsiasi fuoriuscita di malta nell'acqua e garantirà la corretta adesione del rostro alla soglia esistente in pietra naturale.

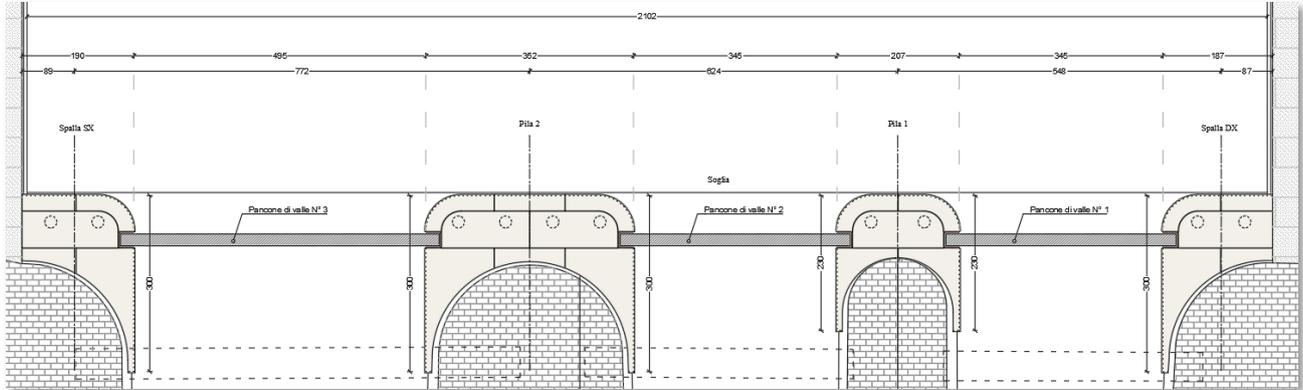


RELAZIONE OPERE PROVVISORIE INERENTI I ROSTRÌ PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

2. Verifiche sui pali di connessione dei rostri

L'azione principale a cui sono sottoposti i pali è rappresentata dalla spinta idrostatica dell'acqua sui panconi, che attraverso i gargami si trasferisce sul singolo palo annegato all'interno dei rostri.



Come si può vedere i rostri non presentano tutti le stesse dimensioni e di conseguenza varia anche il numero di pali annegati al loro interno. Essendo che la reazione della spinta dell'acqua sul pancone verrà distribuita sul singolo palo, la verifica verrà eseguita sui pali del rostro applicato alla PILA 1, in quanto essendo quelli maggiormente sollecitati.

Le azioni considerate sono essenzialmente lo sforzo tagliante alla base del palo e il momento flettente che si generano considerando il palo mediante uno schema statico a mensola incastrata alla base.

2.1. Determinazione azioni

Determinazione pressione idrostatica sui panconi di luce 3.45 metri:

$$S = \rho_a * \frac{h^2}{2} * l_p = 1000 \frac{daN}{mc} * \frac{1.50m^2}{2} * 3.45m = 3885 daN$$

Dove:

ρ_a = densità dell'acqua;

h = altezza pancone;

l_p = larghezza pancone.

Questa azione è la medesima che grava sul pancone a fianco quindi l'azione che viene scaricata sul rostro sarà:

$$S_r = \frac{3885 daN * 2}{2} = 3885 daN;$$

in quanto ciascun pancone scarica metà spinta sul rostro di destra e metà su quello di sinistra.

In più, essendo presenti due pali sull'elemento posto a verifica, l'azione sul singolo palo sarà da dividere ulteriormente per 2, ottenendo:

$$S_p = \frac{3885 daN}{2} = 1945 daN.$$

Dividendo per l'altezza del palo che fuoriesce dalla fondazione si ottiene un carico distribuito pari a:

$$q_p = \frac{1945 daN}{1.00 m} = 1945 \frac{daN}{m}.$$

Con questo carico lineare verranno calcolati i valori delle sollecitazioni a taglio e momento flettente che sollecitano il palo.

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

2.2. Sollecitazione applicate

Le sollecitazioni verranno calcolate ipotizzando uno schema statico del palo assimilabile a una mensola incastrata al piede, con una altezza del palo di 1.00 mt, pari a quella che effettivamente fuoriesce dal piano della fondazione in cui è inserito.

Le azioni da calcolo individuate precedentemente verranno moltiplicate per il coefficiente parziale $\gamma = 1.50$ per ottenere la combinazione agli SLU.

$$q_{p,SLU} = 1945 * 1.50 = 2918 \frac{daN}{m}$$

Momento flettente:

$$M_{SLU} = \frac{2918 \frac{daN}{m} * 1.00 m^2}{2} = 1459 daNm$$

Taglio:

$$V_{SLU} = 2918 \frac{daN}{m} * 1.00 m = 2918 daN$$

2.3. Caratteristiche geometriche e meccaniche pali di connessione

La connessione è eseguita mediante dei profili cavi formati a caldo a sezione circolare aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

- Diametro= 139.7 mm;
- Spessore= 8.0 mm;
- Area della sezione= 33.1 mm²;
- Modulo di resistenza elastico= 103 cm³;
- Modulo di resistenza plastico= 139 cm³;
- Classe resistenza acciaio= S275.

2.4. Verifiche di resistenza

Le verifiche vengono eseguite in adempimento del capitolo 4, in particolare paragrafo 4.2 "Costruzioni in acciaio" delle N.T.C. 2008, svolgendo un rapporto tra azione sollecitante e azione resistente; rapporti inferiori all'unità rappresenteranno verifiche positive, mentre valori superiori ad uno saranno sintomo di non verifiche della sezione adottata.

Verifiche a flessione monoassiale:

Il momento flettente di calcolo M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad (4.2.12)$$

dove la resistenza di calcolo a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ si valuta tenendo conto della presenza di eventuali fori in zona tesa per collegamenti bullonati o chiodati.

La resistenza di calcolo a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;} \quad (4.2.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 3;} \quad (4.2.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 4;} \quad (4.2.15)$$

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

MN-E-394-M

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

Momento resistente:

$$M_{c,Rd} = \frac{139000 \text{ mm}^3 * 275 \text{ Mpa}}{1.05} = 3640 \text{ daNm}$$

Ottenendo un rapporto pari a:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{1459 \text{ daNm}}{3640 \text{ daNm}} = 40\% < 1 \text{ VEFICATO}$$

Verifica a taglio:

Il valore di calcolo dell'azione tagliante V_{Ed} deve rispettare la condizione

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1, \quad (4.2.17)$$

dove la resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd}$, in assenza di torsione, vale

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}, \quad (4.2.18)$$

dove A_v è l'area resistente a taglio.

Per profilati ad I e ad H caricati nel piano dell'anima si può assumere

$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f; \quad (4.2.19)$$

per profilati a C o ad U caricati nel piano dell'anima si può assumere

$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + r) t_f; \quad (4.2.20)$$

per profilati ad I e ad H caricati nel piano delle ali si può assumere

$$A_v = A - \sum (h_w t_w); \quad (4.2.21)$$

per profilati a T caricati nel piano dell'anima si può assumere

$$A_v = 0,9 (A - b t_f); \quad (4.2.22)$$

per profili rettangolari cavi "profilati a caldo" di spessore uniforme si può assumere

$$A_v = Ah/(b+h) \text{ quando il carico è parallelo all'altezza del profilo,} \quad (4.2.23)$$

$$A_v = Ab/(b+h) \text{ quando il carico è parallelo alla base del profilo;}$$

per sezioni circolari cave e tubi di spessore uniforme:

$$A_v = 2A/\pi; \quad (4.2.24)$$

dove:

A è l'area lorda della sezione del profilo,

b è la larghezza delle ali per i profilati e la larghezza per le sezioni cave,

h_w è l'altezza dell'anima,

h è l'altezza delle sezioni cave,

r è il raggio di raccordo tra anima ed ala,

t_f è lo spessore delle ali,

t_w è lo spessore dell'anima.

Taglio resistente:

$$V_{c,Rd} = \frac{2107 \text{ mm}^3 * 275 \text{ Mpa}}{\sqrt{3} * 1.05} = 31860 \text{ daN}$$

$$\text{Con } A_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 * 3310}{\pi} = 2107 \text{ mm}^2$$

Ottenendo un rapporto pari a:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{2918 \text{ daN}}{31860 \text{ daN}} = 9.2\% < 1 \text{ VEFICATO}$$

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

3. Verifiche sui parapetti

Vengono riportate le verifiche sugli elementi verticali che costituiranno i parapetti presenti nelle aree esterne; in particolare verranno eseguite verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) per sollecitazioni flettenti e di taglio sui profili resistenti dei parapetti.

Ai fini delle verifiche verranno considerati esclusivamente i parapetti posti nella condizione peggiore, ossia i parapetti tipo "A", aventi altezza 1.00 m e interasse pari a 1.50 m e tipo "B", aventi altezza 1.10 m e interasse pari a 1.71 m.

La sezione resistente per i parapetti tipo "A" è composta da un profilo tipo IPN80, mentre la sezione resistente per i parapetti tipo "B" è composta da due piastre in acciaio con spessore 10 mm ciascuna e larghezza resistente pari a 80 mm con un piatto saldato trasversalmente avente spessore 10 mm e larghezza 30 mm.

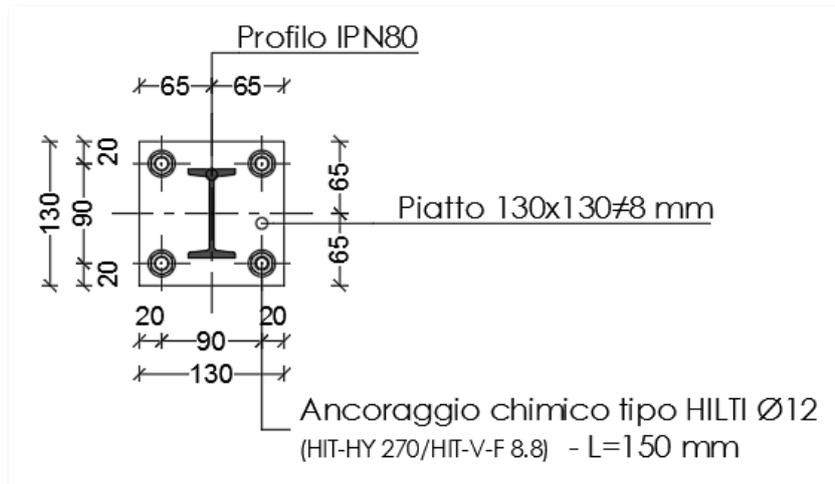


Figura 1 - Sezione parapetto tipo "A"

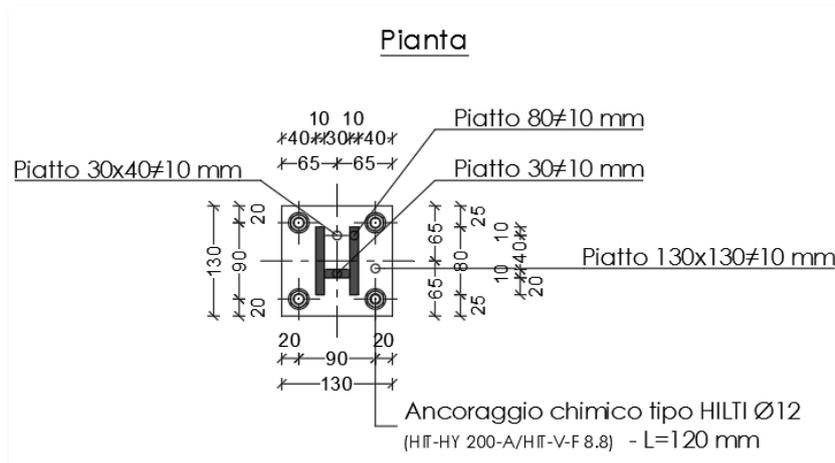


Figura 2 - Sezione parapetto tipo "B"

RELAZIONE OPERE PROVVISORIE INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

MN-E-394-M

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

Come suggerisce la normativa vigente sulle costruzioni N.T.C. 2008, al paragrafo 5.1.3.10 per il calcolo dei parapetti è da considerarsi una azione orizzontale distribuita pari a $1,5 \frac{Kn}{m}$ applicata al corrimano.

Lo schema statico utilizzato è a mensola incastrata alla base.

DATI PARAPETTO TIPO "A":

$$h = 1.00 \text{ m};$$

$$i_{max} = 1.50 \text{ m};$$

$$F_h = 1.50 \frac{Kn}{m};$$

$$F_H = 1.50 \frac{Kn}{m} * 1.50 \text{ m} = 2.25 \text{ Kn};$$

$$F_H(SLU) = 2.25 \text{ Kn} * 1.50 = 3.38 \text{ Kn};$$

$$M_{max} = 3.38 \text{ Kn} * 1.00 \text{ m} = 338 \text{ daNm};$$

$$T_{max} = 338 \text{ daN};$$

$$W = 22.8 \text{ cm}^3;$$

$$\text{Acciaio S275J0W } f_{yk} = 275 \text{ Mpa};$$

$$\gamma_{M0} = 1.05.$$

VERIFICA FLESSIONE SEMPLICE:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{rd} = \frac{W * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{22800 \text{ mm}^3 * 275 \text{ Mpa}}{1.05} = 597 \text{ daNm};$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{338}{597} = 57\% \text{ verificato}$$

VERIFICA TAGLIO:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v * f_{yk}}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{232 \text{ mm}^3 * 275 \text{ Mpa}}{\sqrt{3} * 1.05} = 3508 \text{ daN};$$

$$A_v = 232 \text{ mm}^2$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{338 \text{ Kn}}{3508 \text{ Kn}} = 9.6\% \text{ verificato}$$

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTIRAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

MN-E-394-M

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

DATI PARAPETTO TIPO "B":

$$h = 1.10 \text{ m};$$

$$i_{max} = 1.71 \text{ m};$$

$$F_h = 1.50 \frac{Kn}{m};$$

$$F_H = 1.50 \frac{Kn}{m} * 1.71 \text{ m} = 2.57 \text{ Kn};$$

$$F_H(SLU) = 2.57 \text{ Kn} * 1.50 = 3.86 \text{ Kn};$$

$$M_{max} = 3.86 \text{ Kn} * 1.10 \text{ m} = 425 \text{ daNm};$$

$$T_{max} = 386 \text{ daN};$$

$$W = 24.3 \text{ cm}^3;$$

Acciaio S275J0W $f_{yk} = 275 \text{ Mpa};$

$$\gamma_{M0} = 1.05.$$

VERIFICA FLESSIONE SEMPLICE:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{r,d} = \frac{W * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{24300 \text{ mm}^3 * 275 \text{ Mpa}}{1.05} = 636 \text{ daNm};$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{424}{636} = 66\% \text{ verificato}$$

VERIFICA TAGLIO:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v * f_{yk}}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{1600 \text{ mm}^2 * 275 \text{ Mpa}}{\sqrt{3} * 1.05} = 24193 \text{ daN};$$

$$A_v = 1600 \text{ mm}^2$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{385 \text{ Kn}}{24193 \text{ Kn}} = 1.5\% \text{ verificato}$$

Come si può vedere per entrambe le tipologie di parapetto le rispettive verifiche sono positive, quindi vengono convalidate le sezioni scelte.

RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI INERENTI I ROSTRI PER ALLOGGIAMENTO PANCONI DI VALLE E PARAPETTIRAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA: