

Fiume Mincio

Opere idrauliche di II categoria

MN-E-394-M

CUP: **B64H15000070002**

CIG:



Lotto **B**

ELABORATO

RELAZIONI DI CALCOLO DELLE PARATOIE

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.



ENGEО S.r.l.



SAP S.r.l.



Legale rappresentante
della Cap. Gruppo 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.3

1. Premessa

La presente relazione di calcolo è relativa agli interventi strutturali realizzati nell'ambito del progetto di "Lavori di ripristino funzionale del manufatto di sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone", a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012", nel Comune di Mantova.

Innanzitutto, si deve precisare che inizialmente tali interventi era previsto che fossero eseguiti nell'ambito di un unico affidamento e pertanto i dimensionamenti e le verifiche strutturali, realizzati in tale fase, sono stati eseguiti individuando gli elementi più significativi delle varie tipologie di strutture.

In questo senso le paratoie avranno tutte la medesima altezza ma quella più sollecitata sarà certamente quella che regolerà il deflusso delle acque lungo il canale principale (denominata P3) che è quello caratterizzato dalla larghezza della sezione idraulica maggiore tra i tre canali in questione. Per quanto riguarda i portali di sostegno delle paratoie e dei panconi lato monte il portale più sollecitato è quello del pancone PM3 che dovrà sezionare il canale principale a monte della paratoia P3 in quanto la luce e il peso del pancone sono maggiori.

Per quanto riguarda le passerelle per la manutenzione quella più significativa è certamente quella a servizio delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1 e PM2 caratterizzata da una larghezza di quasi due metri.

Infine, è stato verificato il portale della struttura di protezione dell'impianto, da eventuali crolli che si dovessero verificare in concomitanza di eventi sismici o comunque di una certa gravità, tenuto conto della sua importanza.

Successivamente la Committenza ha ritenuto più opportuno prevedere che gli interventi in progetto vengano realizzati in due tempi o fasi distinte (Fase A e Fase B) costituenti di fatto dei lotti funzionali d'intervento.

Nella Fase A dovranno essere eseguiti tutti gli interventi necessari a rendere pienamente operative le paratoie dei canali 1 e 2 di dimensioni più modeste (indicate con le sigle P1 e P2), la fornitura di tutti i panconi sia di monte sia di valle, la costruzione delle strutture di sostegno dei panconi di monte (PM1, PM2, PM3).

Nella Fase B saranno eseguiti tutti gli interventi riguardanti il canale principale e la relativa paratoia di regolazione (denominata P3), la sistemazione della struttura dell'edificio compresa ovviamente la costruzione della struttura di protezione interna e la realizzazione di tutte le carpenterie previste in progetto all'interno del fabbricato.

Infine, su richiesta della Sovrintendenza, si è scelto di utilizzare, per le strutture in carpenteria metallica previste all'esterno, e quindi visibili, presenti in questo progetto, ai soli fini architettonici ed estetici, un acciaio tipo COR-TEN anziché l'acciaio di tipo tradizionale. L'adozione di tale materiale riguarderà quindi unicamente le strutture di sostegno e le passerelle fuori terra previste a monte dei canali (quindi tutte le strutture fuori terra a servizio delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1, PM2 e PM3) mentre tutte quelle all'interno del canale principale e del fabbricato saranno realizzate con i materiali indicati nelle verifiche strutturali e negli altri elaborati progettuali.

L'acciaio tipo COR-TEN presenta certamente una qualità prestazionale superiore a quello tradizionale; infatti ha una f_{yk} = resistenza a snervamento > 330 N/mm² (contro i 275 N/mm² del tradizionale) ed una f_{tk} = resistenza a rottura > 470 N/mm² (contro i 430 N/mm² del tradizionale).

Ai soli fini della sicurezza, i calcoli e le verifiche sono stati quindi mantenuti quelli originali di progetto, essendo più cautelativi, tenuto conto che caratteristiche di resistenza di un acciaio tradizionale sono minori rispetto a quelle di un acciaio di tipo Corten.

Un'ultima doverosa precisazione riguarda la verifica della struttura di protezione dell'impianto che nelle verifiche strutturali è stata ipotizzata con delle traverse costituite da travi IPE 400 che sono risultate ovviamente verificate ma, il progettista, tenuto conto dell'importanza della struttura ha ritenuto di adottare degli elementi con caratteristiche prestazionali maggiori in grado di garantire un margine di sicurezza superiore e quindi anche di ridurre gli eventuali danni, oltre che all'impianto di regolazione idraulica del Vasarone nel suo complesso, anche alla struttura di protezione stessa considerando un rapporto costi/benefici decisamente favorevole.

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche delle opere in carpenteria metallica relative all'intervento in oggetto.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

Nello specifico si riportano nel seguito le verifiche strutturali dei tipologici maggiormente significativi delle opere la cui realizzazione è prevista in Fase "B":

- **Scudo paratoia P3** (da realizzarsi in fase "B") di dimensioni massime 4.90 x 4.20 m, costituito da una lastra in acciaio di spessore 8 mm su di un graticcio portante in acciaio in profili UPN 320, posti verticalmente ed orizzontalmente con interasse variabile. (Allegato 1);
- **Portale sostegno pancone P3 (o meglio PM3)** (da realizzarsi in fase "A" ma rappresentativo della struttura di sostegno della paratoia P3) costituito da n.2 ritti in acciaio tipo HEA 400 di altezza 2.20 m e da n°2 traverse in acciaio UPN 280 di luce di calcolo 6.50 m; (vedi Allegato 1 della relazione di calcolo dei panconi - Fase "B")
- **Portale a protezione struttura sollevamento paratoia** (importante opera di protezione dell'impianto del Vasarone da realizzarsi in fase "B" ma inserita nella relazione di calcolo delle paratoie in quanto costituente anche parte della sua opera di sostegno e quindi ad essa correlata) di dimensioni massime in pianta 6.86 x 7.00 m, costituito da rete protezione per paramassi / macerie tipo TECCO G65/4, in grado di sopportare un carico per punzonamento massimo di 280 / 370 kN, su di una struttura portante costituita da n°3 coppie di ritti in acciaio tipo HEB 360 di altezza 3.60 m e traverse in acciaio tipo IPE 400 con luce di calcolo massima 6.50 m ed interasse rispettivamente di 3.90 e 2.80 m; (Allegato 2)

Le verifiche degli elementi strutturali principali sono eseguite con il metodo degli Stati Limite, in accordo a quanto riportato all'interno delle normative vigenti (NTC 2018), i manufatti non riportati in relazione si ritengono calcolati in maniera analoga.

I manufatti in oggetto si trovano nel comune di Mantova, classificato come zona sismica 3.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

2. Normativa vigente

- D.M. 17 gennaio 2018 – "Aggiornamento Nuove Norma Tecniche per le costruzioni"
- D.M. 14 gennaio 2008 – "Nuove Norma 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".

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

3. Materiali previsti

3.1. Acciaio per carpenteria metallica

- Acciaio tipo S275 dove:
- f_{tk} = tensione di rottura = 430 N/mm²
- f_{yk} = tensione di snervamento = 275 N/mm²
- f_{yd} = tensione di calcolo = $f_{yk} : \gamma_M = 275 : 1.05 = 261.90$ N/mm²
- E = modulo elastico = 210000 N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.3'
- α = coefficiente di espansione termica lineare = 12×10^{-6} °C⁻¹
- ρ = densità = 7850 kg/m³
- Bulloni = classe 8.8

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

4. Prestazioni di progetto – Classe delle strutture – Vita utile

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Trattandosi le opere in progetto di costruzioni di tipo normale/ordinarie si identificano come opere di Tipo 2.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe 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 D.M. 5 novembre 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.

Essendo di tipo 2 (opere ordinarie) con vita nominale ≥ 50 anni, C_U = coefficiente d'uso = 2.0, V_R = vita di riferimento = $C_U \times V_N = 100$ anni.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

5. Stati limite

La sicurezza e le prestazioni dei manufatti sono state valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la loro vita nominale. In particolare le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU), sia di tipo geotecnico (GEO e di equilibrio di corpo rigido (EQU,)) che di tipo strutturale (STR)*

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$

Inoltre si è considerata:

V_N = vita nominale dell'opera = 50 anni

Classe d'uso di tipo IV con coefficiente $C_U = 2.0$

V_R (IV) = periodo di riferimento (classe IV) = $V_N \cdot C_U = 100$ anni

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

6. Parametri sismici

L'azione dell'azione sismica di progetto viene effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita e SLD = Stato Limite di Danno).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "Accelerazione orizzontale massima al sito" (a_g), del "Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione" (F_0) e del "Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione" (T^*C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.

Il Comune di Mantova è in zona sismica di tipo 3, collocato secondo i seguenti valori di posizionamento ed accelerazione al suolo:

- Latitudine : 45,157344 [°]
- Longitudine : 10,792392 [°]

P_r = periodo di ritorno = 949 anni

a_g = accelerazione massima del sito = 0.116 g

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.563

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.306

Ai fini della definizione sismica di progetto, cautelativamente i terreni interessati dall'intervento possono essere classificati come:

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---

Superficie topografica di categoria T1 con un ST = coefficiente di amplificazione topografica = 1.0.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

7. Metodo di calcolo strutture in carpenteria

Le strutture in acciaio sono state analizzate e verificate con i classici metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni, e con l'ausilio del software FEM 3d Mastersap TOP 2018 della AMV Software.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

8. ALLEGATO 1 - SCUDO PARATOIA P3

Si riportano di seguito le analisi e le verifiche dello scudo della paratoia P3, soggetto ad un carico idrostatico massimo di 42 kPa posto alla base della paratoia.

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Paratoia Vasarone
Intestazione del lavoro	Paratoia
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
1	UNP 320	No

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Pressione acqua	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.3000	1.3000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

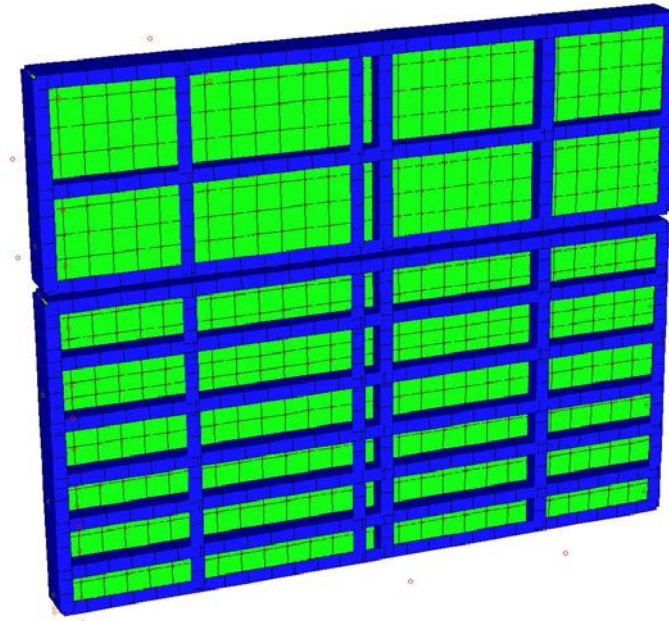
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Carichi totali	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

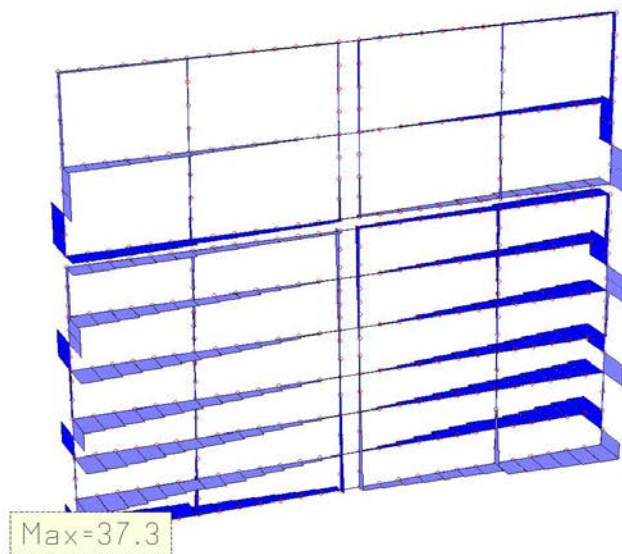
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
3	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
4	Quasi permanente	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



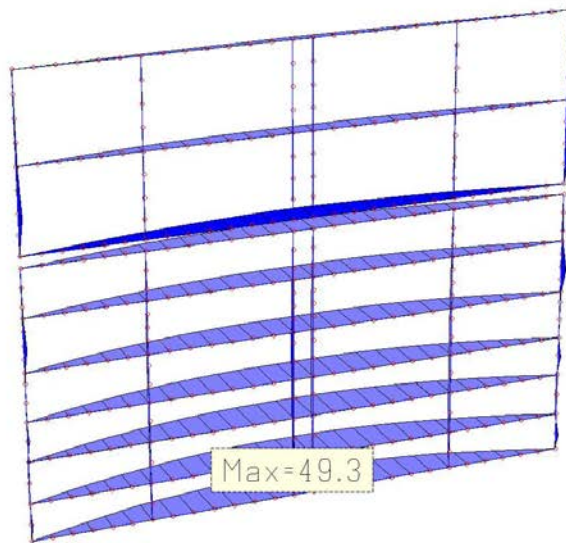
Modello FEM 3D



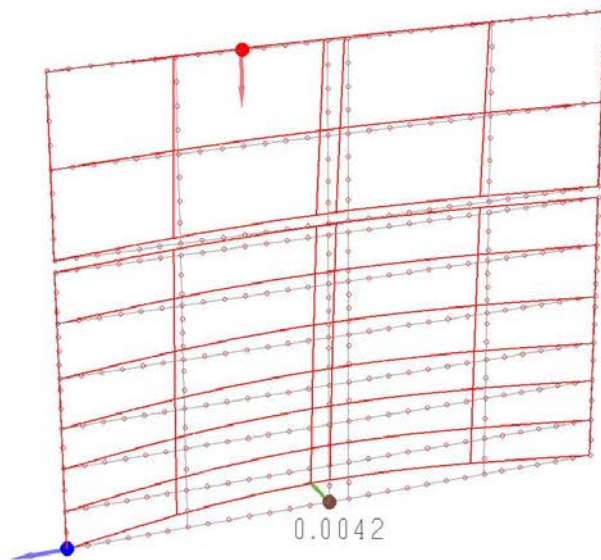
Sollecitazioni di taglio Fy su elementi UPN 320 [kN]

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



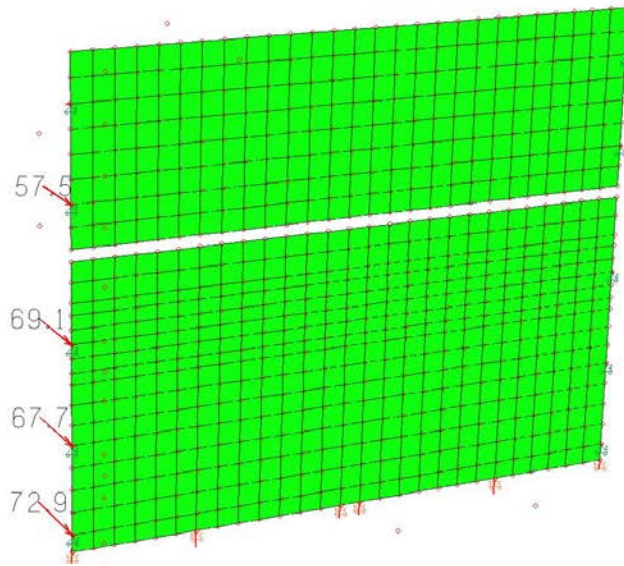
Sollecitazioni di momento flettente M_z su elementi UPN 320 [kNm]



Deformata massima in condizioni di esercizio SLE [m]

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Reazioni massime su route scudo [kN]

Essendo i profili in acciaio tipo S275, le sollecitazioni resistenti valgono:

UPN Doppio Ordina per: Wy Acciaio: S275 (Fe430) fy (N/mm2): 275 fu: 430
 UAP Lunghezze di libera inflessione [m]: l_{Oy} 0 l_{Oz} 0

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
UPN 260	37.9	260	90	10.00	14.00	14.00
UPN 280	41.8	280	95	10.00	15.00	15.00
UPN 300	46.2	300	100	10.00	16.00	16.00
UPN 320	59.5	320	100	14.00	17.50	17.50
UPN 350	60.6	350	100	14.00	16.00	16.00
UPN 380	63.1	380	102	13.50	16.00	16.00
UPN 400	71.0	400	110	14.00	16.00	16.00

UPN 320

N _{by,Rd} [kN]	1'985	M _{cy,Rd} [kNm]	216.3
N _{bz,Rd} [kN]	1'985	M _{cz,Rd} [kNm]	39.81
V _{ply,Rd} [kN]	700.3	V _{plz,Rd} [kN]	529.2

g (Kg/m): 59.5 h (mm): 320 r2 (cm): 8.75

b (mm): 100 A (cm2): 75.8 iy (cm): 12.1 iz (cm): 2.81

tw (mm): 14 ly (cm4): 10'870 lz (cm4): 597 It (cm4): 66.7

tf (mm): 17.5 Wy (cm3): 679 Wz (cm3): 80.6 Iw (cm6): 96'100

r1 (mm): 17.5 Wpl,y (cm3): 826 Wpl,z (cm3): 152

Classe Sezione: Compressione 1, Flessione My 1, Flessione Mz 1

Data1

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

MN-E-394-M

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

$$\begin{array}{lcl} M_{Ed} = 49.3 \text{ kNm} & < & M_{Rd} = 216.3 \text{ kNm} \\ V_{Ed} = 37.3 \text{ kN} & < & V_{Rd} = 700.3 \text{ kN} \end{array}$$

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

9. ALLEGATO 2 - PORTALE A PROTEZIONE ORGANI SOLLEVAMENTO PARATOIA P3

Si riportano nel seguito le verifiche di un traverso IPE 400 della struttura di protezione degli organi di sollevamento della paratoia P3, posta all'interno del fabbricato ammalorato. Nello specifico si eseguono le analisi e le verifiche del traverso centrale nell'ipotesi di accumulo di macerie al di sopra della rete di protezione TECCO G65/4, per un carico di 20 kN/m², assimilabile al peso di tutte le macerie che potrebbero accumularsi al di sopra della stessa, durante un evento sismico.

$$\text{Carico macerie su rete TECCO} = 20.00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1.3 \times 20.0 = 26.0 \text{ kN/m}^2$$

Verifica traverse IPE 500:

$$l = \text{interasse} = 3.35 \text{ m}$$

$$L = \text{luce di calcolo} = 6.05 \text{ m}$$

$$Q_{Ed} = 26.0 \times 3.35 = 87.10 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 1 / 10 \times 87.10 \times 6.05^2 = 318.81 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1 / 2 \times 87.10 \times 6.05 = 263.48 \text{ kN}$$

Le sollecitazioni resistenti del traverso valgono:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

IPE IPN HEAA HL
 HEA IPEA HEX UB
 HEB IPEO HD UC
 HEM IPEX HP W

Ordina per: Wy ly g

Acciaio: S275 (Fe430) fy (N/mm2): 275 fu: 430

Lunghezze di libera inflessione [m]:
 l_{Oy}: 0 l_{Oz}: 0

N_{Sd} [kN]: 0

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 240	30.7	240	120	6.20	9.80	15.00
IPE 270	36.1	270	135	6.60	10.20	15.00
IPE 300	42.2	300	150	7.10	10.70	15.00
IPE 330	49.1	330	160	7.50	11.50	18.00
IPE 360	57.1	360	170	8.00	12.70	18.00
IPE 400	66.3	400	180	8.60	13.50	21.00
IPE 450	77.6	450	190	9.40	14.60	21.00

IPE 400 N_{by,Rd} [kN]: 2'212 M_{cy,Rd} [kNm]: 342.3
 N_{bz,Rd} [kN]: 2'212 M_{cz,Rd} [kNm]: 59.98
 V_{ply,Rd} [kN]: 645.5 V_{plz,Rd} [kN]: 734.9

g (Kg/m): 66.3 h (mm): 400 r2 (mm): 0
 b (mm): 180 A (cm2): 84.46 iy (cm): 16.55 iz (cm): 3.95
 tw (mm): 8.6 ly (cm4): 23'130 lz (cm4): 1'318 IT (cm4): 51.08
 tf (mm): 13.5 Wy (cm3): 1'156 Wz (cm3): 146.4 Iw (cm6): 490'000
 r1 (mm): 21 Wpl,y (cm3): 1'307 Wpl,z (cm3): 229

Classe Sezione:
 Compressione: 3
 Flessione My: 1
 Flessione Mz: 1
 Presso-Flessione: 1

Verifiche:

$$M_{Ed} = 318.81 \text{ kNm} < M_{Rd} = 342.30 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 263.48 \text{ kN} < V_{Rd} = 645.50 \text{ kN}$$

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

SOMMARIO

1. Premessa	1
2. Normativa vigente	3
3. Materiali previsti	4
3.1. Acciaio per carpenteria metallica	4
4. Prestazioni di progetto – Classe delle strutture – Vita utile.....	5
5. Stati limite.....	6
6. Parametri sismici	7
7. Metodo di calcolo strutture in carpenteria	8
8. ALLEGATO 1 - SCUDO PARATOIA P3	9
9. ALLEGATO 2 - PORTALE A PROTEZIONE ORGANI SOLLEVAMENTO PARATOIA P3	14

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PARATOIE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA: