

Comune di Aurano

Provincia del Verbano – Cusio – Ossola

Lavori di sistemazione rii minori e impluvi e regimazione delle
acque del versante a monte del concentrico urbano codice

intervento VB_DB14_3964_11_3

Relazione sulle strutture

Lami Dott. Ing. Marco

Albo degli Ingegneri del VCO n. 161

Via Magnetti, 18

28883 Gravellona Toce (VB)

Tel. e fax 0323/865172

Relazione tecnico-strutturale

D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 2 febbraio 2009

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'oggetto di intervento, sito in Aurano, provincia di Verbania, è un intervento di realizzazione di n° 2 passerelle pedonali per l'attraversamento del Rio Brigalone, una di lunghezza di circa 6 mt e l'altra di circa 7mt.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

- Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008
"Norme Tecniche per le Costruzioni 2008", pubblicato sul S.O. n° 30 alla G.U. n° 29 del 4 febbraio 2008.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617
"Circolare applicativa delle NTC2008 D.M. 14.01.2008 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)"

PARAMETRI DI PROGETTO:

Si definiscono i seguenti parametri di progetto (cap. 2 NT):

- Vita Nominale: 50 anni
- Classe d'uso II
- Periodo di riferimento: 50 anni
- Categoria di sottosuolo: E
- Categoria topografica: T₂
- Zona sismica del sito: zona 4
- Coordinate del sito: longitudine 8.219639 e latitudine 46,067191

Le strutture verranno realizzate con una spalla in c.a. rivestita in sasso, un impalcato costituito da travi in acciaio ed impalcato in legno su un interrato in c.a.

Progetto e verifica della spalla della passerella di mt.6

La spalla che verrà realizzata per l'appoggio della passerella subisce l'effetto della spinta della terra e del sovraccarico della zona circostante. Pertanto è stata dimensionata come muro contro terra e la verifica è stata eseguita con il supporto del programma di calcolo MURO sviluppato dal Prof. Piero Gelfi dell'Università di Brescia, con la versione aggiornata alle prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14-1-2008, nel seguito indicate come NTC 2008.

NOTA SULL'APPLICAZIONE DELLE NTC 2008

Si devono infatti eseguire le verifiche allo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), allo stato limite di resistenza della struttura (STR) e allo stato limite di resistenza del terreno (GEO) e per ciascun tipo di verifica cambiano i coefficienti parziali di sicurezza. Inoltre si possono adottare due diversi approcci progettuali e nell'Approccio 1 si possono impiegare due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali. Per ciascun tipo di verifica cambiano i coefficienti parziali di sicurezza e le verifiche in presenza di sisma non sempre sono più gravose di quelle statiche. Infine si deve considerare sia il valore positivo che negativo del coefficiente sismico verticale k_v . Il programma prevede l'utilizzo di due gruppi di coefficienti parziali, uno per le verifiche statiche e uno per le verifiche sismiche.

RICERCA DEL SITO

Ricerca per coordinate
 Ricerca per comune
 Isole

Longitudine: 8,5893 Latitudine: 46,0013

Parametri interpolati

TR	ag	Fo	Tc*
30	0,016	2,571	0,154
50	0,021	2,554	0,174
72	0,025	2,539	0,195
101	0,028	2,566	0,213
140	0,032	2,587	0,226
201	0,036	2,608	0,240
475	0,046	2,638	0,281
975	0,056	2,719	0,303
2475	0,069	2,833	0,323

Regione: Piemonte Provincia: Verbano-Cusio-Ossola
 Comune: Aurano

OK Annulla

Le sigle individuano isole per le quali è necessaria una valutazione ad hoc
 Elaborazione aprile 2004

VR 50 Stato Limite: SLV \rightarrow a_g 0,0460 Fo 2,6377 Tc* 0,2809
 Suolo E Ss 1,6000 Topo T2 h/H 0 St 1,0000
 a_{max} 0,0736 g β_m 0,1800 k_h 0,0133 k_v 0,0066

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: SPALLA 1

Altezza paraghiaia (m) h1 0 **Angolo attrito interno** ϕ^o 30
Spessore paraghiaia (m) s1 0 **Ang. attrito terra-muro** δ^o 21
Inclinazione parete (%) i 0 **Ang. attrito fondazione** ϕ_f^o 30
Altezza parete (m) h2 3,8 **Peso spec. terre [kN/m3]** γ_t 18
Spessore in testa (m) s2 0,4 **Peso spec. muro [kN/m3]** γ_m 25
Spessore alla base (m) s3 0,4 **Dati Sisma** K_v 0,0066 K_h 0,0133
Altezza fondazione (m) h3 0,4 **N° lati terreno** 1
Sbalzo fond. contro terra L1 0,6
Larghezza totale fond. L2 2 **Calcolo** **Visualizza**

Impalcato
 N_i 14,7 dN 0,1
 V_i 0 kN

Zoom

	Lungh.	Distlivello	q
Lato 1	4	0	

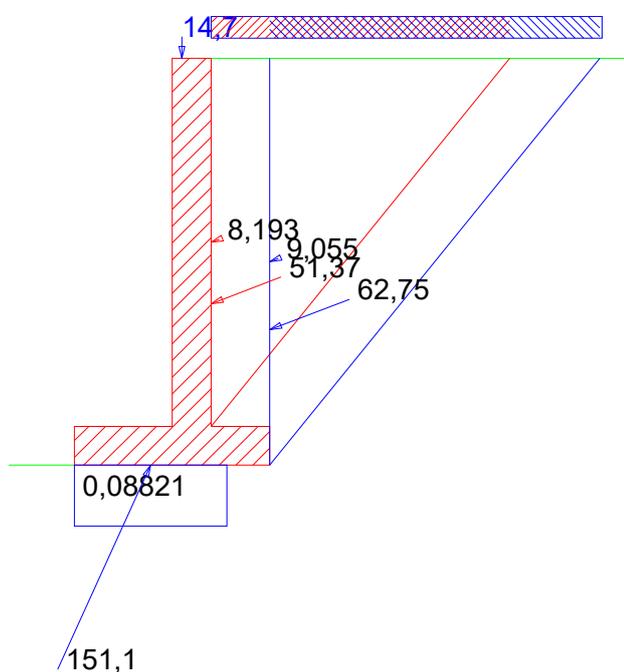
Parete
 St 51,37 kN
 Sq 8,193 kN
 Ss 0 kN
 Si 0 kN
 M 72,33 kNm
 N 68,78 kN
 V 55,61 kN

Fondazione
Ribaltamento
 St 62,75 ?1 Sq 9,055 Ss 0 Si 0
 Mr 48,30 Ms 136,4 Ms/Mr 2,823
Scorrimento
 St 57,05 ?2 Sq 6,037 Ss 2,082 Si 1,317
 V 62,16 N 137,7 $c.scor.$ 1,024
Schiacciamento
 St 57,05 ?2 Sq 6,037 Ss 2,082 Si 1,317
 M 30,20 N 137,7 V 62,16

Sbalzi Fondazione
 M_{valle} 39,11
 M_{monte} 12,96
 $\sigma_{t,valle}$ 0,08821
 $\sigma_{t,monte}$ 0
 $\% comp.$ 78,08

Verifiche più gravose

SPALLA 1
Normativa: NTC 2008



Dati
 $j = 30^\circ$
 $d = 21^\circ$
 $j f = 30^\circ$
 $g t = 18 \text{ kN/m}^3$
 $g m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $k_h = 0,0133; k_v = 0,0066$
 $N_i = 14,7$
 $dN = 0,1$
 $V_i = 0$
 $V_i = 0$
 Sollecitazioni Parete
 $St = 51,37$
 $Sq = 8,193$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 72,33$
 $N = 68,78$
 $V = 55,61$
 Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento
 $St = 62,75$
 $Sq = 9,055$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $Mr = 48,30$
 Verifiche Fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 2,823
 Sicurezza scorrimento = 1,024
 $M = 30,20$
 $N = 137,7$
 $s t, valle = 0,08821 \text{ N/mm}^2$
 $s t, monte = 0 \text{ N/mm}^2$
 $M sbalzo valle = 39,11$
 $M sbalzo monte = 12,96$

Armature

calcoli effettuati sotto l'ipotesi:

1. copriferro 3 cm
2. $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
3. $E_s/E_c = 15$
4. $d = \text{ogni } 30 \text{ cm}$

PARETE (d=distanza sezione da base paragliaia)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig [MPa]	c	tau [MPa]	c
3,8	72,33	68,78	55,61	4,47	6,55		0,17	
2,8	31,08	50,59	31,67	1,59	4,30		0,10	
1,8	9,936	34,95	14,38	0,24	2,62		0,04	
0,8	2,291	23,94	3,326	0,00	0,15		0,01	

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura inferiore)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig [MPa]	c	tau [MPa]	c
0	39,11	78,21	2,84	4,26	0,23		0	

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura superiore)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig [MPa]	c	tau [MPa]	c
0	12,96	32,79	0,92	2,35	0,10		0	

ANALISI DEI CARICHI

Neve

q_{sk}	2,372 kN/mq	=	237,2	daN/mq
a_s	612 m	s.l.m		
α	0 °			
μ	0,8			
q	1,898 kN/mq			

Dimensionamento impalcato

L'impalcato è costituito da assi in legno (castagno), di sez. 20x5 cm.

Impalcato

Castagno D24

sezione

b=

200 mm

h=

50 mm

materiale

$f_{m,k}$ =

28 N/mm²

$f_{c,90k}$ =

0,6 N/mm²

$f_{v,k}$ =

4 N/mm²

$E_{0,man}$ =

12500 N/mm²

ρ =

580 kg/m³

Analisi carichi

peso proprio

0,31 KN/m²

Neve

1,90 KN/m²

Traffico

10,00 KN

schema 4

Folla

5 KN/m²

schema 5

Permanenti

gk

0,79 KN/m

qk1

0,38 KN/m

neve

qk2

0,03 KN/m

vento sopravvento

qk2

-0,03 KN/m

vento sottovento

qk3

1 KN/m

folla

Combinazione I.permanente

γ_g

1,35

γ_q ,traffico

1,35 ψ_0

γ_q

1,5 $\psi_{0,vento}$ 0,6

$\psi_{0,neve}$ 0

Fd^L	0,08 KN/m
P	66,67 KN/m
Fd_z	0,02 KN/m
Lunghezza	0,75 m
l ₁	0,15 m
schema statico	trave su 3 appoggi

Sollecitazioni Fd^L

T _A	0,02 KN
T _B	-0,02 KN
T _C	-0,04 KN
M _A =M _C	0,00 KNm
M _{max, x=0,375 l}	-0,038 KNm
M _{max, x=0,5l}	0,003 KNm
M _B	-0,006 KNm

Sollecitazioni P in mezzeria campata per momento massimo

T _A	4,07 KN
T _B	-5,93 KN
T _C	0,93 KN
M _A =M _C	0,00 KNm
M _{max, x=0,375 l}	1,223 KNm
M _{max, x=0,5l}	1,343 KNm
M _B	-0,694 KNm

sovrapposizione degli effetti

T _A	4,094 KN
T _B	-5,949 KN
T _C	0,886 KN
M _A =M _C	0,000 KNm
M _{max, x=0,375 l}	1,185 KNm
M _{max, x=0,5l}	1,345 KNm
M _B	-0,700 KNm

Sollecitazioni P in appoggio per taglio massimo

T _A	76,57 KN
T _B	-13,43 KN
T _C	1,45 KN
M _A =M _C	0,00 KNm
M _{max, x=0,375 l}	0,543 KNm
M _{max, x=0,5l}	0,302 KNm
M _B	-0,145 KNm

sovrapposizione degli effetti

T _A	76,594 KN
T _B	-13,454 KN
T _C	1,414 KN

$M_A=M_C$	0,000 KNm
$M_{max, x=0,375 l}$	0,505 KNm
$M_{max, x=0,5l}$	0,305 KNm
M_B	-0,151 KNm

Verifica a flessione

k_{mod}	0,9
γ_m	1,5
classe di servizio	3
W	83333,3333 mm ³
$\sigma_{m,d}$	16,15 N/mm ²
$f_{m,d}$	16,80 N/mm ²
k_{crit}	1
Verifica	soddisfatta

Verifica a taglio

τ_d	2,02 N/mm ²
f_{vd}	2,40
k_{crit}	1
Verifica	soddisfatta

VERIFICA TRAVI PRINCIPALI

Si riportano le verifiche relative alla trave principale della passerella di 6 mt.

La struttura principale è costituita da tre travi in acciaio , ad interasse di 66 cm, irrigidite da profili ad U.

La trave in mezzzeria dell'impalcato è costituita da una IPE 180, quelle di riva sono due IPE 140.

Trave principale in mezzzeria

Acciaio S235

sezione	IPE 180
Inerzia	13170000 mm ⁴
interasse	0,66 m
α	1 °
materiale	
f_t	360 N/mm ²
f_y	235 N/mm ²
E	210000 N/mm ²
ρ	350 kg/m ³

Analisi carichi

peso proprio	0,188 KN/m
angolare	0,055 KN/m
impalcato	0,4 KN/m ²
traversi	0,2592 KN/m
bulloneria	0,5 KN/m
ringhiera	0,3456 KN/m
Neve	1,90 KN/m ²

Traffico	10,00 KN	schema 4		
Folla	5 KN/m ²	schema 5		
<i>Permanenti</i>				
gk1	0,68 KN/m			
gk2	0,85 KN/m			
<i>Variabili</i>				
qk1	1,25 KN/m	neve		
qk2	0,10 KN/m	vento sopravvento		
qk2	0,02 KN/m	vento sottovento		
qk3	3,3 KN/m	folla	per a=	1,52 m
<u>Combinazioni</u>				
yg1	1,35			
yg2	1,5			
γq,traffico	1,35	ψ ₀		
γq	1,5	ψ _{0,vento}	0,6	
		ψ _{0,neve}	0	
Fd[⊥]	2,18 KN/m			
Fd_z	4,95 KN/m			
Fvento	0,09 KN/m			
schema statico	trave su 2 appoggi			
L	6 m			
luce teorica	6,404 m			
<u>Sollecitazioni Fd[⊥]</u>				
T _A	6,993 KN			
T _B	-6,993 KN			
M _{max}	11,20 KNm			
<u>Sollecitazioni Fvento</u>				
T _A	0,275 KN			
T _B	-0,275 KN			
M _{max}	0,26 KNm			
<u>Sollecitazioni Fd_z momento max</u>				
T _A	3,75 KN			
T _B	-3,75 KN			
M _A =M _B	0,00 KNm			
M _{max, x=0,5l}	12,008 KNm			
M _{C=D}	9,167 KNm			
<u>Sollecitazioni Fd_z taglio max</u>				
T _A	6,61 KN			
T _B	0,89 KN			
M _A =M _B	0,00 KNm			
M _{max, x=1,026}	3,414 KNm			
x	1,033 m			
<u>Sollecitazioni massime</u>				
M ⁺	23,20 KNm			
T _A	13,61 KN			
<u>Verifica a flessione</u>				
classe	1			

W_{pl}	166400 mm ³	
$\sigma_{m,d}$	67,28 N/mm ²	
$M_{c,Rd}$	37241904,76 N/mm ²	
Verifica	soddisfatta	
<u>Verifica a taglio</u>		
$V_{c,Rd}$	145368,55 N/mm ²	
A_v	1125,00 mm ²	
$V_d / V_{c,Rd}$	0,0935917	
Verifica	soddisfatta	
<u>verifica della freccia</u>		
L=	6404 mm	
q=	0,92 N/mm	Escluso g_{k2} che grava sulla trave di riva
f_{max}	7,25 mm	verificato
f_{lim}	12,808 mm	l/500

La trave viene fissata alla spalla con una piastra di base dello spessore $t=10\text{mm}$ e e tirafondi ancorati nel paramento della spalla in c.a.. si riporta la verifica del giunto:

Azioni massime sulla spalla

Compressione	$N_x=$	13605,29 N	
Taglio xz	$V_y=$	274,92 N	dal vento
Taglio yz	$V_z=$	0 N	
M. torcente	$M_x=$	1000 Nm	dal Parapetto
M. flettente	$M_y=$	23202,52 Nm	
M.flettente	$M_z=$	191,5 Nm	

Determinazione della resistenza di contatto del giunto

f_j	20 N/mm ²		
β_j	0,67		
k_j	1		
f_{cd}	30 N/mm ²		
<u>Area effettiva</u>			
x	19,31362 mm		
t	10 mm		
f_y	235 N/mm ²		
γ_{M0}	1,05		
A_{eff}	30901,79 mm ²		
N_{Rd}	618035,8 N	$> V_y$	verifica della capacità portante
		Nmm/m	
m_{sd}	82,11 m		
		Nmm/m	
m_{rd}	3730,159 m	$> m_{sd}$	verifica della resistenza a flessione della piastra
<u>n° bulloni</u>	2		

\emptyset	16 mm
classe	4.6
γ_{M2}	1,25
A_{res}	2,01 mm ²
f_{tb}	400 N/mm ²

Posizione fori

	<i>min</i>	<i>reali</i>
e_1	19,2 mm	58 mm
e_2	19,2 mm	285 mm
p_1	35,2 mm	58 mm
p_2	38,4 mm	285 mm

Resistenza di calcolo

$F_{V,Rd}$	385,92 N	1 bullone
$F_{V,Rd}$	>	(V_y+V_z)

Resistenza di calcolo a rifollamento

Profilo	piastra		
$F_{b,Rd}$	115200 N		
t	10 mm		
$f_{t,k}$	360 N/mm ²		
α	min tra: 1,208333	1,111111	1 per bulloni di bordo
k	min tra: 48,175	2,5	per bulloni di bordo
$F_{b,Rd}$	>	(V_y+V_z)	

Progetto Tirafondi

4 M16

$F_{V,Ed}$	68,73093 N	V_y	274,92 N
$F_{V,Rd}$	29568 N		
$F_{t,Ed}$	3401,322 N		
$F_{t,Rd}$	44352 N		
f_t	400 N/mm ²	resistenza a rottura del materiale del bullone	
A_{res}	154 mm ²	M12	
Verifica (4.2.65 NTC)			
$F_{V,Ed}/F_{V,Rd} + F_{t,Ed}/(1,4 \cdot F_{t,Rd})$	0,057103	<1	verificato

Ancoraggio tirafondi

l_b	382,1656 mm	si arrotonda a 40 cm
ϕ	16 mm	
f_{bd}	2,31 N/mm ²	

Trave principale- trave di riva

Acciaio S235

sezione	IPE 140
Inerzia	5412000 mm ⁴

interasse	0,41	m		
α	1	°		
materiale				
f_t	360	N/mm ²		
f_y	235	N/mm ²		
E	210000	N/mm ²		
ρ	350	kg/m ³		
<u>Analisi carichi</u>				
peso proprio	0,188	KN/m		
angolare	0,055	KN/m		
impalcato	0,4	KN/m ²		
traversi	0,2592	KN/m		
bulloneria	0,5	KN/m		
ringhiera	0,3456	KN/m		
Neve	1,90	KN/m ²		
Traffico	10,00	KN	schema 4	
Folla	5	KN/m ²	schema 5	
Permanenti				
gk1	0,51	KN/m		
gk2	0,85	KN/m		
Variabili				
qk1	0,78	KN/m	neve	
qk2	0,10	KN/m	vento sopravvento	
qk2	0,02	KN/m	vento sottovento	
qk3	2,05	KN/m	folla	per a= 2,44 m
<u>Combinazioni</u>				
γ_g	1,35			
γ_g	1,5			
γ_q ,traffico	1,35	ψ_0		
γ_q	1,5	$\psi_{0,vento}$	0,6	
		$\psi_{0,neve}$	0	
Fd[⊥]	1,96	KN/m		
Fd[∥]	3,08	KN/m		
Fvento	0,09	KN/m		
schema statico	trave su 2 appoggi			
L	6	m		
luce teorica	6,404	m		
<u>Sollecitazioni Fd[⊥]</u>				
T _A	6,280	KN		
T _B	-6,280	KN		
M _{max}	10,05	KNm		
<u>Sollecitazioni Fvento</u>				
T _A	0,275	KN		
T _B	-0,275	KN		
M _{max}	0,10	KNm		
<u>Sollecitazioni Fd[∥] momento max</u>				
T _A	3,75	KN		
T _B	-3,75	KN		
M _A =M _B	0,00	KNm		

$M_{\max, x=0,5l}$ 12,008 KNm

$M_{C=D}$ 7,434 KNm

Sollecitazioni F_d taglio max

T_A 6,07 KN

T_B 1,43 KN

$M_A=M_B$ 0,00 KNm

$M_{\max, x=1,026}$ 2,878 KNm

x 0,948 m

Sollecitazioni massime

M^+ 22,06 KNm

T_A 12,35 KN

Verifica a flessione

classe 1

W_{pl} 166400 mm³

$\sigma_{m,d}$ 60,42 N/mm²

$M_{c,Rd}$ 37241904,76 N/mm²

Verifica soddisfatta

Verifica a taglio

$V_{c,Rd}$ 145368,55 N/mm²

A_v 1125,00 mm²

$V_d /$

$V_{c,Rd}$ 0,08496965

Verifica soddisfatta

Per l'ancoraggio risulta idoneo quello verificato per la trave di mezzzeria, quindi si adottano le stesse dimensioni di piastra e tirafondi.

Seguono le verifiche della seconda passerella, costituita da impalcato in legno (di castagno) delle stesse dimensioni della prima passerella, per cui si omettono le verifiche. Le travi principali sono costituite da tre IPE 240, irrigidite da collegamenti trasversali con profili U80.

Trave principale- in mezzzeria

Acciaio S235

sezione IPE 240

Inerzia 38916000 mm⁴

interasse 0,671 m

α 3 °

materiale

$f_t=$ 360 N/mm²

$f_y=$ 235 N/mm²

$E=$ 210000 N/mm²

$\rho=$ 350 kg/m³

Analisi carichi

peso proprio 0,188 KN/m

angolare 0,055 KN/m

impalcato	0,4	KN/m ²		
traversi	0,2592	KN/m		
bulloneria	0,5	KN/m		
ringhiera	0,3456	KN/m		
Neve	1,90	KN/m ²		
Traffico	10,00	KN	schema 4	
Folla	5	KN/m ²	schema 5	
<i>Permanenti</i>				
gk1	0,69	KN/m		
gk2	0,85	KN/m		
<i>Variabili</i>				
qk1	1,27	KN/m	neve	
qk2	0,10	KN/m	vento sopravvento	
qk2	0,02	KN/m	vento sottovento	
qk3	3,355	KN/m	folla	per a= 1,49 m
<u>Combinazioni</u>				
yg1	1,35			
yg2	1,5			
yq,traffico	1,35	ψ_0		
yq	1,5	$\psi_{0,vento}$	0,6	
		$\psi_{0,neve}$	0	
Fd [⊥]	2,19	KN/m		
Fd _z	5,03	KN/m		
Fvento	0,09	KN/m		
schema statico	trave su 2 appoggi			
L	9,5	m		
luce teorica	9,904	m		
<u>Sollecitazioni Fd[⊥]</u>				
T _A	10,863	KN		
T _B	-10,863	KN		
M _{max}	26,90	KNm		
x=2/3l	6,60	m		
T _{x=2/3}	-3,62	KN		
M _{x=2/3}	23,91	KNm		
<u>Sollecitazioni Fvento</u>				
T _A	0,425	KN		
T _B	-0,425	KN		
M _{max}	0,27	KNm		
x=2/3l	6,60	m		
T _{x=2/3}	-0,14	KN		
M _{x=2/3}	0,94	KNm		
<u>Sollecitazioni Fd_z momento max</u>				
T _A	3,75	KN		
T _B	-3,75	KN		
M _A =M _B	0,00	KNm		
M _{max, x=0,5l}	18,570	KNm		

$M_{C=D}$	15,776 KNm
$x=2/3l$	6,60 m
$M_{x=2/3}$	10,32 KN
$T_{x=2/3}$	-3,75 KNm

Sollecitazioni F_d taglio max

T_A	6,94 KN
T_B	0,56 KN
$M_A=M_B$	0,00 KNm
$M_{max, x=0,7}$	2,429 KNm
x	0,700 m
$x=2/3l$	6,60 m
$M_{x=2/3}$	0,00 KN
$T_{x=2/3}$	0,56 KNm

Sollecitazioni massime

M^+	45,47 KNm
T_A	18,22 KN

Verifica a flessione

classe	1
W_{pl}	366600 mm ³
$\sigma_{m,d}$	73,37 N/mm ²
$M_{c,Rd}$	82048571,43 N/mm ²
Verifica	soddisfatta

Verifica a taglio

$V_{c,Rd}$	247320,36 N/mm ²
A_v	1914,00 mm ²
$V_d / V_{c,Rd}$	0,07196478
Verifica	soddisfatta

verifica della freccia

$L=$	9904 mm	
$q=$	0,93 N/mm	
f_{max}	14,18 mm	verificato
f_{lim}	19,808 mm	//500

La trave viene fissata alla spalla con una piastra di base dello spessore $t=10\text{mm}$ e e tirafondi ancorati nel paramento della spalla in c.a.. si riporta la verifica del giunto:

Giunto di base

Azioni massime sulla spalla

Compressione	$N_x=$	18223,53 N	
Taglio xz	$V_y=$	425,18 N	dal vento
Taglio yz	$V_z=$	0 N	
M. torcente	$M_x=$	1000 Nm	dal Parapetto

M. flettente $M_y = 45465,90 \text{ Nm}$
M.flettente $M_z = 191,5 \text{ Nm}$
Determinazione della resistenza di contatto del giunto

$f_j = 20 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_j = 0,67$
 $k_j = 1$
 $f_{cd} = 30 \text{ N/mm}^2$

Area effettiva

$x = 19,31361885 \text{ mm}$
 $t = 10 \text{ mm}$
 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,05$

$A_{eff} = 30901,79016 \text{ mm}^2$

$N_{Rd} = 618035,8031 \text{ N} > V_y$ verifica della capacità portante

$m_{sd} = 109,99 \text{ Nmm/mm}$

$m_{rd} = 3730,15873 \text{ Nmm/mm} > m_{sd}$ verifica della resistenza a flessione della piastra

n° bulloni

$\varnothing = 16 \text{ mm}$

classe 4.6

$\gamma_{M2} = 1,25$

$A_{res} = 2,01 \text{ mm}^2$

$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$

Posizione fori

	<i>min</i>	<i>reali</i>
e_1	19,2 mm	58 mm
e_2	19,2 mm	285 mm
p_1	35,2 mm	58 mm
p_2	38,4 mm	285 mm

Resistenza di calcolo

$F_{V,Rd} = 385,92 \text{ N}$ 1 bullone

$F_{V,Rd} > (V_y + V_z)$

Resistenza di calcolo a rifollamento

Profilo piastra

$F_{b,Rd} = 115200 \text{ N}$

$t = 10 \text{ mm}$

$f_{t,k} = 360 \text{ N/mm}^2$
 $1,20833$

α min tra: 3 1,11111 1 per bulloni di bordo

k min tra: 48,175 2,5 per bulloni di bordo

$F_{b,Rd} > (V_y + V_z)$

Progetto Tirafondi

4 M16

$F_{V,Ed} = 106,29468 \text{ N}$

$F_{V,Rd} = 29568 \text{ N}$

$F_{t,Ed} = 4555,883421 \text{ N}$

$F_{t,Rd} = 44352 \text{ N}$

f_t	400 N/mm ²	resistenza a rottura del materiale del bullone
A_{res}	154 mm ²	M12

Verifica (4.2.65 NTC)

$$F_{V,Ed}/F_{V,Rd} + F_{t,Ed}/(1,4 \cdot F_{t,Rd}) = 0,076967 < 1 \quad \text{verificato}$$

Ancoraggio tirafondi

l_b	382,1656051 mm	si arrotonda a 40 cm
ϕ	16 mm	
f_{bd}	2,31 N/mm ²	

La trave verrà realizzata in due pezzi pari a 2/3 ed 1/3 della lunghezza. Il nodo di incastro verrà realizzato con delle flange con 4 bulloni M12 sia sull'anima che sulle ali. S riporta la verifica del giunto flangiato :

Attacco trave -trave (giunto flangiato)

Giunto bullonato (flangiato)

Azioni sui bulloni anima

Taglio	$V_1 =$	V	18223,5337 N
--------	---------	---	--------------

n° bulloni	4
ϕ	12 mm
classe	4.6
γ_{M2}	1,25
A_{res}	84 mm ²
f_{tb}	400 N/mm ²

Posizione fori

	<i>min</i>	<i>reali</i>
e_1	14,4 mm	40 mm
e_2	14,4 mm	40 mm
p_1	26,4 mm	65 mm
p_2	28,8 mm	80 mm

Resistenza di calcolo bulloni d'anima

$F_{V,Rd}$	16128 N	1 bullone
------------	---------	-----------

$F_{V,Rd}$	>	$(V_1 + V_2)$	4555,88342 N	VERIFICATO
------------	---	---------------	--------------	------------

Resistenza di calcolo a trazione bulloni ala

$F_{t,Rd}$	24192 N	1 bullone
------------	---------	-----------

Verifica taglio e trazione

$F_{V,Ed}$	0	N
$F_{t,Ed}$	4555,88342	N
Verifica:	0,135	<1

Resistenza di calcolo a rifollamento

Profilo	IPE 240				
$F_{b,Rd}$	57600	N			
t anima	6	mm			
$f_{t,k}$	360	N/mm ²			
α	min tra:	1,11	0,9	1	per bulloni di bordo
k	min tra:	7,63333333	2,5		per bulloni di bordo
$F_{b,Rd}$	>	(V_1+V_2)	4555,88342		

Resistenza di calcolo a rifollamento della piastra

Profilo	piastra				
$F_{b,Rd}$	19200	N			
t	2	mm			
$f_{t,k}$	360	N/mm ²			
α	min tra:	1,11	0,9	1	per bulloni di bordo
k	min tra:	7,63333333	2,5		per bulloni di bordo
$F_{b,Rd}$	>	V_1, V_2			

La spalla, in questo caso è costituita da un muro in sasso che verrà realizzato sulla fondazione di un muro controterra che verrà realizzato ad assorbire la spinta della terra a valle.

Se ne riporta quindi la verifica in cui, dai carichi, viene escluso il carico derivante dalla passerella.

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File: SPALLA 2

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : SPALLA 2

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno φ° 30
 Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro δ° 21
 Inclinazione parete (%) i 0 Ang. attrito fondazione φ_f° 30
 Altezza parete (m) h2 2,4 Peso spec. terre [kN/m³] γ_t 18
 Spessore in testa (m) s2 0,3 Peso spec. muro [kN/m³] γ_m 25
 Spessore alla base (m) s3 0,3 Dati Sisma K_v 0,0066 K_h 0,0133
 Altezza fondazione (m) h3 0,4 N° lati terreno 1
 Sbalzo fond. contro terra L1 0,6
 Larghezza totale fond. L2 1,7

Impalcato
 Ni 0 dN 0
 Vi 0 kN

Zoom

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	4	0	4

Calcolo Visualizza

Parete

St 20,49 kN
 Sq 5,174 kN
 Ss 0 kN
 Si 0 kN
 M 19,72 kNm
 N 25,40 kN
 V 23,96 kN

Fondazione

Ribaltamento		Scorrimento		Schiacciamento	
St	27,89 ?1	St	25,35 ?3	St	25,35 ?2
Sq	6,037	Sq	4,025	Sq	4,025
Ss	0	Ss	0,5819	Ss	0,9695
Si	0	Si	0,8102	Si	0,8102
Mr	11,52	V	28,78	M	3,771
Ms	61,05	N	71,26	N	72,20
Ms/Mr	5,298	c. scor.	1,143	V	29,14

Sbalzi Fondazione

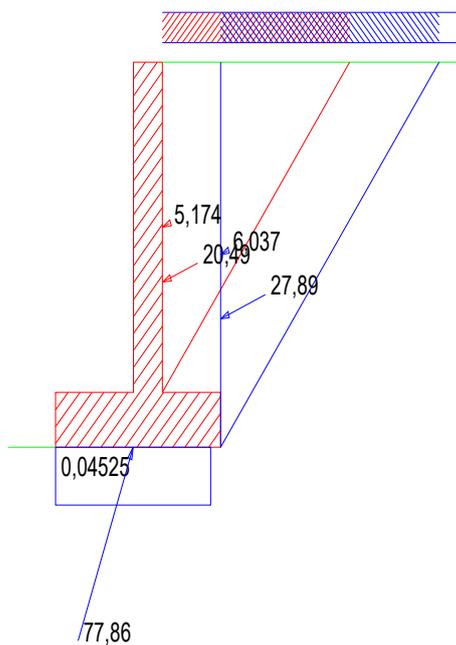
M valle 11,28
 M monte 4,020

$\sigma_{t, valle}$ 0,04525 M
 $\sigma_{t, monte}$ 0
 % comp. 93,86

Verifiche più gravose

I dati sismici rimangono identici alla situazione precedente, perciò si omettono.

SPALLA 2
Normativa: NTC 2008



Dati
 $j = 30^\circ$
 $d = 21^\circ$
 $jf = 30^\circ$
 $g t = 18 \text{ kN/m}^3$
 $g m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $kh = 0,0133; kv = 0,0066$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_i = 0$
 Sollecitazioni Parete
 $St = 20,49$
 $Sq = 5,174$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 19,72$
 $N = 25,40$
 $V = 23,96$
 Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento
 $St = 27,89$
 $Sq = 6,037$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $Mr = 11,52$
 Verifiche Fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 5,298
 Sicurezza scorrimento = 1,143
 $M = 3,771$
 $N = 72,20$
 $s t, valle = 0,04525 \text{ N/mm}^2$
 $s t, monte = 0 \text{ N/mm}^2$
 $M sbalzo valle = 11,28$
 $M sbalzo monte = 4,020$

Armature

calcoli effettuati sotto l'ipotesi:

5. copriferro 3 cm
6. $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
7. $E_s/E_c = 15$
8. $d =$ ogni 30 cm

PARETE (d=distanza sezione da base paraghiaia)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
2,4	19,72	25,40	23,96	1,62	4,48	0,10
1,4	4,473	13,03	9,327	0,25	2,19	0,04
0,400000	0,1549	3,213	1,337	0,00	0,02	0,01

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura inferiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	11,28	28,20	0,80	2,19	0,08

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura superiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	4,020	9,497	0,28	1,28	0,03

Muro in località Gabbio

il muro è costituito da una struttura in cls con un paramento in sasso che verrà realizzato sulla fondazione

Titolo : Muro Gabbio

Altezza paraghiaia (m) h1 Angolo attrito interno φ°
 Spessore paraghiaia (m) s1 Ang. attrito terra-muro δ°
 Inclinazione parete (%) i Ang. attrito fondazione φ_f°
 Altezza parete (m) h2 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t
 Spessore in testa (m) s2 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m
 Spessore alla base (m) s3 **Dati Sisma** K_v K_h
 Altezza fondazione (m) h3 **N° lati terreno**
 Sbalzo fond. contro terra L1
 Larghezza totale fond. L2

Impalcato
 Ni dN
 Vi kN

Zoom

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	2,5	0	4

Parete
 St kN
 Sq kN
 Ss kN
 Si kN
 M kNm
 N kN
 V kN

Fondazione
Ribaltamento
 St ??
 Sq
 Ss
 Si
 Mr
 Ms
 Ms/Mr

Scorrimento
 St ??
 Sq
 Ss
 Si
 V
 N
 c. scor.

Schiacciamento
 St ??
 Sq
 Ss
 Si
 M
 N
 V

Sbalzi Fondazione
 M valle
 M monte
 $\sigma_{t, valle}$ MPa
 $\sigma_{t, monte}$
 % comp.

Armature

calcoli effettuati sotto l'ipotesi:

9. copriferro 3 cm
10. $f_{yd} = 391$ N/mmq
11. $E_s/E_c = 15$
12. $d =$ ogni 30 cm

PARETE ($d =$ distanza sezione da base paraghiaia)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig [MPa]	c	tau [MPa]	c
1,6	6,193	22,68	12,20	0,04	1,69		0,03	
0,6	0,3777	7,698	2,470	0,00	0,02		0,01	

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura inferiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	3,658	14,63	0,26	1,22	0,04

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura superiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	0,7119	2,801	0,05	0,53	0,01