

PROPONENTE:



PROGETTAZIONE:



CENTRO DI PRODUZIONE FIRENZE

PROGETTO DEFINITIVO

RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA DI S.BARBARA

INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO
PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE

OPERE IN TERRA E DI REGIMAZIONE IDRAULICA

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

SCALA :

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

FEW1 40 D 29 CL RI0113 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione	F.Bavetta	Novembre 2010	F.Coppini	Novembre 2010	G.Venditti	Novembre 2010	Ing. F.ARDUINI Novembre 2010

File: FEW1-40-D-29-CL-RI0113-001-A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CALCOLO DELLE STRUTTURE	3
2.1	TUBO ONDULATO DIAMETRO 1.4 M	3
2.1.1	<i>Caratteristiche della condotta e del terreno.....</i>	3
2.1.2	<i>Calcolo della pressione verticale sulla sommità della tubazione</i>	3
2.1.3	<i>Calcolo della compressione nelle lamiere delle pareti</i>	3
2.1.4	<i>Verifica della lamiera per lo sforzo di compressione.....</i>	3
2.1.5	<i>Verifica del fattore di flessibilità</i>	4
2.1.6	<i>Verifica del giunto bullonato longitudinale.....</i>	4
2.1.7	<i>Verifica sismica.....</i>	4
2.2	TUBO ONDULATO DIAMETRO 1.2 M	5
2.2.1	<i>Caratteristiche della condotta e del terreno.....</i>	5
2.2.2	<i>Calcolo della pressione verticale sulla sommità della tubazione</i>	5
2.2.3	<i>Calcolo della compressione nelle lamiere delle pareti</i>	5
2.2.4	<i>Verifica della lamiera per lo sforzo di compressione.....</i>	5
2.2.5	<i>Verifica del fattore di flessibilità</i>	5
2.2.6	<i>Verifica del giunto bullonato longitudinale.....</i>	6
2.2.7	<i>Verifica sismica.....</i>	6
2.3	CANALETTA 50X50 CM: STRUTTURE IN ACCIAIO	7
2.3.1	<i>Telaio in acciaio.....</i>	7
2.3.2	<i>Grigliato in acciaio</i>	22

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento e la verifica delle opere relative alla regimazione delle acque che presentano importanza strutturale.

In particolare si tratta delle condotte in lamiera di acciaio ondulata utilizzate per l'attraversamento dei fossi di scolo e della struttura portante in acciaio delle canalette 50x50cm rivestite in legno.

Gli attraversamenti dei fossi di scolo previsti in progetto sono 3, in due casi è stato utilizzato un tubo con diametro 1.20 m, onde 100x20 mm e spessore 2.5 mm, nel terzo caso un tubo con diametro 1.40 m, onde 100x20 mm e spessore 2 mm; il ricoprimento minimo di terreno al di sopra del tubo ondulato, pari a 50 cm, consente una sufficiente ripartizione dei carichi, previsti cautelativamente come quelli per ponti 2° categoria.

La normativa di riferimento adottata nelle verifiche è il D.M. 14 gennaio 2008 e la Circolare 2 febbraio 2009 n.617.

2 CALCOLO DELLE STRUTTURE

2.1 Tubo ondulato diametro 1.4 m

2.1.1 Caratteristiche della condotta e del terreno

Ondulazione **100 x 20**

Luce (o diametro) $L = 1,40$ m

Freccia (o diametro) $F = 1,40$ m

Area $A = 1,54$ m²

Spessore $s = 2,0$ mm

Bulloni M12 Classe 8.8

Numero di bulloni al metro $n_{bolt} = 20$

Altezza del rilevato ($H_r \geq L / 8$, secondo [1] e [2]) $H_r = 0,80$ m

Peso di unità di volume $\gamma_t = 19$ kN/m³

Il terreno granulare di rinfianco deve essere conforme ai gruppi A-1, A-2 e A-3 delle norme AASHTO. La densità minima richiesta per il terreno di rinfianco è pari al 90% secondo AASHTO Specification T 99 (ASTM D 698).

2.1.2 Calcolo della pressione verticale sulla sommità della tubazione

La pressione del carico permanente di terreno sovrastante la condotta vale: $DL = 15,2$ kN/m²

Considerati i carichi indicati nel D.M. 14/1/2008 per un ponte 2° Categoria, la pressione del carico variabile da traffico sulla condotta vale: $LL = 94,4$ kN/m² (pressione dei carichi da traffico)

La pressione totale alla sommità della condotta assume il valore $P_v = 109,6$ kN/m² (allo stato limite di esercizio) $P_{vd} = 150,3$ kN/m² (allo stato limite ultimo)

2.1.3 Calcolo della compressione nelle lamiere delle pareti

La forza di compressione di progetto delle pareti, calcolata allo SLU vale: $N_{c,Ed} = 105,2$ kN/m

2.1.4 Verifica della lamiera per lo sforzo di compressione

Nel caso in esame la tensione di calcolo vale: $f_{yd} = 156,7$ N/mm²

$N_{c,Rd} = 342,8$ kN/m $>$ $N_{c,Ed} = 105,2$ kN/m

2.1.5 Verifica del fattore di flessibilità

Il fattore di flessibilità limite è indicato per il controllo della deformazione della struttura durante le fasi di montaggio e rinterro. Esso vale: $FF = 0,0870 < FF_{lim} = 0,1125$

2.1.6 Verifica del giunto bullonato longitudinale

Il giunto bullonato longitudinale è sollecitato a taglio dall'azione trasmessa dalla lamiera compressa della condotta. La verifica viene fatta valutando la resistenza del giunto bullonato in base alla resistenza caratteristica ridotta dal coefficiente di sicurezza per la resistenza γ_{Mb} .

$$F_{b,Rd} = 207,5 \text{ kN/m} > N_{c,Ed} = 105,2 \text{ kN/m}$$

2.1.7 Verifica sismica

L'analisi della sicurezza della struttura in condizioni sismiche può essere eseguita mediante il metodo pseudostatico, secondo i criteri generali del DM 14/01/2008. Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nella verifica allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere così valutati: $k_h = 0,195$ $k_v = 0,098$

La struttura è soggetta ad un sistema di forze verticali e ad un sistema di forze orizzontali. Il sistema di forze orizzontali nella direzione diametrale da considerare nel caso di evento sismico può essere valutato come: $F_h = 22,1 \text{ kN/m}$ $F_v = 4,7 \text{ kN/m}$

Pertanto, l'incremento di compressione nelle lamiera dovuto all'azione sismica orizzontale e verticale vale: $\Delta C_{lsh} = 11,0 \text{ kN/m}$ $\Delta C_{lsv} = 2,3 \text{ kN/m}$

L'incremento totale di compressione sulla lamiera dovuto al sisma può essere calcolato come: $\Delta C_{ls} = 11,7 \text{ kN/m}$ La compressione risultante agente sulla lamiera si può stimare come: $N_{c,EEd} = 36,0 \text{ kN/m}$

Verifica della lamiera: $N_{c,Rd} = 342,8 \text{ kN/m} > N_{c,EEd} = 36,0 \text{ kN/m}$

Verifica del giunto bullonato: $F_{b,Rd} = 207,5 \text{ kN/m} > N_{c,EEd} = 36,0 \text{ kN/m}$

2.2 Tubo ondulato diametro 1.2 m

2.2.1 Caratteristiche della condotta e del terreno

Ondulazione **100 x 20**

Luce (o diametro) $L = 1,20$ m

Freccia (o diametro) $F = 1,20$ m

Area $A = 1,13$ m²

Spessore $s = 2,5$ mm

Bulloni M12 Classe 8.8

Numero di bulloni al metro $n_{bolt} = 20$

Altezza del rilevato ($H_r \geq L / 8$, secondo [1] e [2]) $H_r = 0,50$ m

Peso di unità di volume $\gamma_t = 19$ kN/m³

Il terreno granulare di rinfiacco deve essere conforme ai gruppi A-1, A-2 e A-3 delle norme AASHTO. La densità minima richiesta per il terreno di rinfiacco è pari al 90% secondo AASHTO Specification T 99 (ASTM D 698).

2.2.2 Calcolo della pressione verticale sulla sommità della tubazione

La pressione del carico permanente di terreno sovrastante la condotta vale: $DL = 9,5$ kN/m²

Considerati i carichi indicati nel D.M. 14/1/2008 per un ponte 2° Categoria, la pressione del carico variabile da traffico sulla condotta vale: $LL = 190,4$ kN/m² (pressione dei carichi da traffico)

La pressione totale alla sommità della condotta assume il valore $P_v = 199,9$ kN/m² (allo stato limite di esercizio) $P_{vd} = 271,2$ kN/m² (allo stato limite ultimo)

2.2.3 Calcolo della compressione nelle lamiere delle pareti

La forza di compressione di progetto delle pareti, calcolata allo SLU vale: $N_{c,Ed} = 162,7$ kN/m

2.2.4 Verifica della lamiera per lo sforzo di compressione

Nel caso in esame la tensione di calcolo vale: $f_{yd} = 156,7$ N/mm²

$N_{c,Rd} = 428,6$ kN/m $>$ $N_{c,Ed} = 162,7$ kN/m

2.2.5 Verifica del fattore di flessibilità

Il fattore di flessibilità limite è indicato per il controllo della deformazione della struttura durante le fasi di montaggio e rinterro. Esso vale: $FF = 0,0507 <$ $FF_{lim} = 0,1125$

2.2.6 Verifica del giunto bullonato longitudinale

Il giunto bullonato longitudinale è sollecitato a taglio dall'azione trasmessa dalla lamiera compressa della condotta. La verifica viene fatta valutando la resistenza del giunto bullonato in base alla resistenza caratteristica ridotta dal coefficiente di sicurezza per la resistenza γ_{Mb} .

$$F_{b,Rd} = 255,3 \text{ kN/m} > N_{c,Ed} = 162,7 \text{ kN/m}$$

2.2.7 Verifica sismica

L'analisi della sicurezza della struttura in condizioni sismiche può essere eseguita mediante il metodo pseudostatico, secondo i criteri generali del DM 14/01/2008. Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nella verifica allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere così valutati: $k_h = 0,195$ $k_v = 0,098$.

La struttura è soggetta ad un sistema di forze verticali e ad un sistema di forze orizzontali. Il sistema di forze orizzontali nella direzione diametrale da considerare nel caso di evento sismico può essere valutato come: $F_h = 22,7 \text{ kN/m}$ $F_v = 5,6 \text{ kN/m}$

Pertanto, l'incremento di compressione nelle lamiere dovuto all'azione sismica orizzontale e verticale vale: $\Delta C_{lsh} = 11,3 \text{ kN/m}$ $\Delta C_{lsv} = 2,8 \text{ kN/m}$

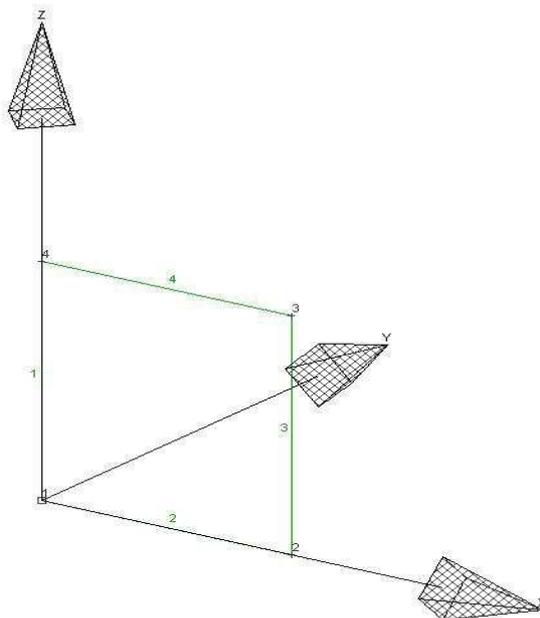
L'incremento totale di compressione sulla lamiera dovuto al sisma può essere calcolato come: $\Delta C_{ls} = 12,2 \text{ kN/m}$ La compressione risultante agente sulla lamiera si può stimare come: $N_{c,EEd} = 41,2 \text{ kN/m}$

Verifica della lamiera: $N_{c,Rd} = 428,6 \text{ kN/m} > N_{c,EEd} = 41,2 \text{ kN/m}$

Verifica del giunto bullonato: $F_{b,Rd} = 255,3 \text{ kN/m} > N_{c,EEd} = 41,2 \text{ kN/m}$

2.3 Canaletta 50x50 cm: strutture in acciaio

2.3.1 Telaio in acciaio



ELENCO VINCOLI NODI

Simbologia

- Vn = Numero del vincolo nodo
 Comm. = Commento
 Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 RL = Rotazione libera
 Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
 Lz = Larghezza (dir. Z locale)
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly	Lz	Kt
									<m>	<m>	<kg/mc>

1	Libero	L	L	L	L	L	L				
4	vincolo di base	B	B	L	B	L	B				

ELENCO NODI

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 X = Coordinata X del nodo
 Y = Coordinata Y del nodo
 Z = Coordinata Z del nodo
 Imp. = Numero dell'impalcato
 Vn = Numero del vincolo nodo

Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.
<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>	<m>			<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>		
1	0.00	0.00	0.00	0	4	2	0.50	0.00	0.00	0	1	3	0.50	0.00	0.50	0	1	4	0.00	0.00	0.50	0

ELENCO MATERIALI

Simbologia

Mat. = Numero del materiale
 Comm. = Commento
 P = Peso specifico
 E = Modulo elastico
 G = Modulo elastico tangenziale
 V = Coeff. di Poisson
 α = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P	E	G	V	α
		<kg/mc>	<kg/mq>	<kg/mq>		
2	Acciaio	7850	2.100E+010	8.000E+009	0.3	1.000000E-005

ELENCO SEZIONI ASTE

Simbologia

Sez. = Numero della sezione

Comm. = Commento

Tipo = Tipologia

2C = Doppia C lato labbri
 2Cdx = Doppia C lato costola
 2I = Doppia I
 2L = Doppia L lato labbri
 2Ldx = Doppia L lato costole
 C = C
 Cdx = C destra
 Cir. = Circolare
 Cir.c = Circolare cava
 I = I
 L = L
 Ldx = L destra
 Om. = Omega
 Pg = Pi greco
 Pr = Poligono regolare
 Prc = Poligono regolare cavo
 Pc = Per coordinate
 Ia = Inerzie assegnate
 R = Rettangolare
 Rc = Rettangolare cava
 T = T
 U = U
 Ur = U rovescia
 V = V
 Vr = V rovescia
 Z = Z
 Zdx = Z destra
 Ts = T stondata
 Ls = L stondata
 Cs = C stondata
 Is = I stondata
 Dis. = Disegnata

Me = Membratura

G = Generica
 T = Trave
 P = Pilastro

Ver. = Verifica prevista

N = Nessuna
 C = Cemento armato
 A = Acciaio
 L = Legno

B = Base

H = Altezza

s = Spessore

Ma = Numero del materiale
C = Numero del criterio di progetto
Ccol = Numero del criterio di progetto collegamento

Sez.	Comm.	Tipo	Me	Ver.	B	H	s	Ma	C	Ccol
					<m>	<m>	<m>			

1 profilo 25x20x3 mm Rc T A 0.03 0.02 0.00 2 1 1

ELENCO VINCOLI ASTE

Simbologia

Va = Numero del vincolo asta

Comm. = Commento

Tipo = Tipologia

SVI = Definizione di vincolamenti interni

ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler

BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione

BIE-RC = Biella resistente solo a compressione

BIE-RT = Biella resistente solo a trazione

Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt	<kg/mc>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
30	suolo alla winkler su assi di legno	ELA														20000000.00

1 Inc+Inc SVI 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

30 suolo alla winkler su assi di legno ELA 20000000.00

ELENCO ASTE

Simbologia

Asta = Numero dell'asta

N1 = Nodo iniziale

N2 = Nodo finale

Sez. = Numero della sezione

Va = Numero del vincolo asta

Par. = Numero dei parametri aggiuntivi

Rot. = Rotazione

FF = Filo fisso

Dy1 = Scost. filo fisso Y1

Dy2 = Scost. filo fisso Y2

Dz1 = Scost. filo fisso Z1

Dz2 = Scost. filo fisso Z2

Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot.	FF	Dy1	Dy2	Dz1	Dz2	Kt
						<grad>		<m>	<m>	<m>	<m>	<kg/mc>
1	1	4	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	1	2	1	30		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	20000000.00
3	2	3	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	4	3	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI:

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X

My = Moltiplicatore della massa in dir. Y

Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z

Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X

Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y

Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite

Sicurezza = Contributo alla sicurezza

F = a favore

S = a sfavore

A = ambigua

Variabilità = Tipo di variabilità

B = di base
I = indipendente
A = ambigua

Condizioni di carico elementari

CCE	Comm.	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz	Tipo CCE	Sicurezza	Variabilità
1	spinta terreno	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2 D.M. 08 Permanenti non strutturali	S	--
2	carico di esercizio	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	15 D.M. 96 Variabili Abitazioni	S	B

ELENCO CARICHI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO 1: spinta terreno

CARICHI DISTRIBUITI

Simbologia

Asta = Numero dell'asta
 N1 = Nodo iniziale
 N2 = Nodo finale
 S = Numero del solaio di provenienza
 T = Tipo di carico
 QA = Carico accidentale da solaio
 QPS = Carico permanente strutturale da solaio
 QPN = Carico permanente non strutturale da solaio
 PP = Peso proprio
 M = Manuale
 DC = Direzione del carico
 XG,YG,ZG = secondo gli assi Globali
 XL,YL,ZL = secondo gli assi Locali
 Xi = Distanza iniziale
 Qi = Carico iniziale
 Xf = Distanza finale
 Qf = Carico finale

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
						<m>	<kg/m>	<m>	<kg/m>							<m>	<kg/m>	<m>	<kg/m>
1	1	4	--	M	XG	0.00	-185.00	0.50	0.00	3	2	3	--	M	XG	0.00	185.00	0.50	0.00

ELENCO CARICHI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO 2: carico di esercizio

CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
						<m>	<kg/m>	<m>	<kg/m>							<m>	<kg/m>	<m>	<kg/m>
1	1	4	--	M	XG	0.00	-123.00	0.50	-123.00	3	2	3	--	M	XG	0.00	123.00	0.50	123.00
4	4	3	--	M	ZG	0.00	315.00	0.50	315.00										

PARAMETRI DI CALCOLO

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:

ModeSt ver. 7.23, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:

Xfinest ver. 8.2, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di normativa: stati limite D.M. 08

Tipo di calcolo: calcolo statico

Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido

Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: si
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: no
- Buckling: no

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: no
- Uniformare i carichi variabili: no
- Massimizzare i carichi variabili: no
- Minimo carico da considerare: 0.00 <kg/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore

- Tipo di elemento bidimensionale: ISOSHELL
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Soluzione matrice con metodo ver. 5.1: No
- Analisi non lineare con Newton modificato: No

- Usa formulazione secante per Buckling: No
- Trascura Buckling torsionale: No

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI:

Simbologia

CCE	= Numero della condizione di carico elementare
Comm.	= Commento
Mx	= Moltiplicatore della massa in dir. X
My	= Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz	= Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx	= Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy	= Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz	= Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z
Tipo CCE	= Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Sicurezza	= Contributo alla sicurezza
	F = a favore
	S = a sfavore
	A = ambigua
Variabilità	= Tipo di variabilità
	B = di base
	I = indipendente
	A = ambigua

Condizioni di carico elementari

CCE	Comm.	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz	Tipo CCE	Sicurezza	Variabilità
1	spinta terreno	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2 S		--
2	carico di esercizio	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	15 S		B

ELENCO COMBINAZIONI DI CARICO SIMBOLICHE:

Simbologia

CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Comm.	= Commento
TCC	= Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività

CC	Comm.	TCC	1	2

1	Amb. 1 (SLU)	SLU	γ_{max}	γ_{max}
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R	1	1
3	Amb. 1 (SLE F)	SLE F	1	Ψ_1
4	Amb. 1 (SLE Q)	SLE Q	1	Ψ_2

COMBINAZIONI DELLE CCE:

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Comm. = Commento

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

An. = Tipo di analisi

L = Lineare

NL = Non lineare

Bk = Buckling

S = Si

N = No

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2

1	CC 1 - Amb. 1 (SLU)	SLU	L	N	1.50	1.50
2	CC 2 - Amb. 1 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00
3	CC 3 - Amb. 1 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	0.50

4 CC 4 - Amb. 1 (SLE Q) SLE Q L N 1.00 0.20

SPOSTAMENTI DEI NODI ALLO SLU:

Simbologia

Nodo = Numero del nodo

Sx = Spostamento in dir. X

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Sy = Spostamento in dir. Y

Sz = Spostamento in dir. Z

Rx = Rotazione intorno all'asse X

Ry = Rotazione intorno all'asse Y

Rz = Rotazione intorno all'asse Z

Nodo	Sx	CC	Sy	CC	Sz	CC	Rx	CC	Ry	CC	Rz	CC
	<m>		<m>		<m>		<rad>		<rad>		<rad>	
1 Max	0.00	1	0.00	1	-0.00	4	0.0000	1	0.0000	4	0.0000	1
1 Min.	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.0000	1	-0.0011	1	0.0000	1
2 Max	0.00	4	0.00	1	-0.00	4	0.0000	1	0.0011	1	0.0000	1
2 Min.	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.0000	1	0.0000	4	0.0000	1
3 Max	0.00	4	0.00	1	-0.00	4	0.0000	1	0.0000	4	0.0000	1
3 Min.	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.0000	1	-0.0016	1	0.0000	1
4 Max	0.00	2	0.00	1	-0.00	4	0.0000	1	0.0016	1	0.0000	1
4 Min.	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.0000	1	0.0000	4	0.0000	1

SOLLECITAZIONI ASTE

Simbologia

Asta = Numero dell'asta

N1 = Nodo1

N2 = Nodo2

X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

N = Sforzo normale

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Ty = Taglio in dir. Y

Mz = Momento flettente intorno all'asse Z

Tz = Taglio in dir. Z

My = Momento flettente intorno all'asse Y

Mx = Momento torcente intorno all'asse X

Asta	N1	N2		X	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC
				<m>	<kg>	<kg>	<kgm>		<kgm>		<kg>		<kgm>		<kgm>	
1	1	4	Max	0.00	-15.75	4	0.00	1	0.00	1	92.02	1	-2.00	4	0.00	1
1	1	4	Max	0.23									2.02	1		
1	1	4	Max	0.50	-15.75	4	0.00	1	0.00	1	-21.12	4	-1.77	4	0.00	1
1	1	4	Min.	0.00	-118.13	1	0.00	1	0.00	1	37.43	4	-8.04	1	0.00	1
1	1	4	Min.	0.23									1.35	2		
1	1	4	Min.	0.50	-118.13	1	0.00	1	0.00	1	-69.60	1	-8.22	1	0.00	1
2	1	2	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-15.75	4	8.04	1	0.00	1
2	1	2	Max	0.25									-0.04	4		
2	1	2	Max	0.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	118.13	1	8.04	1	0.00	1
2	1	2	Min.	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-118.13	1	2.00	4	0.00	1
2	1	2	Min.	0.24									-5.51	1		
2	1	2	Min.	0.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	15.75	4	2.00	4	0.00	1
3	2	3	Max	0.00	-15.75	4	0.00	1	0.00	1	-37.43	4	8.04	1	0.00	1
3	2	3	Max	0.50	-15.75	4	0.00	1	0.00	1	69.60	1	8.22	1	0.00	1
3	2	3	Min.	0.00	-118.13	1	0.00	1	0.00	1	-92.02	1	2.00	4	0.00	1
3	2	3	Min.	0.50	-118.13	1	0.00	1	0.00	1	21.12	4	1.77	4	0.00	1
4	4	3	Max	0.00	-21.12	4	0.00	1	0.00	1	118.13	1	-1.77	4	0.00	1
4	4	3	Max	0.25									6.54	1		
4	4	3	Max	0.50	-21.12	4	0.00	1	0.00	1	-15.75	4	-1.77	4	0.00	1
4	4	3	Min.	0.00	-69.60	1	0.00	1	0.00	1	15.75	4	-8.22	1	0.00	1
4	4	3	Min.	0.25									0.19	4		
4	4	3	Min.	0.50	-69.60	1	0.00	1	0.00	1	-118.13	1	-8.22	1	0.00	1

Simbologia

Sez.	= Numero della sezione
Cod.	= Codice
Tipo	= Tipologia
	2C = Doppia C lato labbri
	2Cdx = Doppia C lato costola
	2I = Doppia I
	2L = Doppia L lato labbri
	2Ldx = Doppia L lato costole
	C = C
	Cdx = C destra
	Cir. = Circolare
	Cir.c = Circolare cava
	I = I
	L = L
	Ldx = L destra
	Om. = Omega
	Pg = Pi greco
	Pr = Poligono regolare

Prc = Poligono regolare cavo

Pc = Per coordinate

Ia = Inerzie assegnate

R = Rettangolare

Rc = Rettangolare cava

T = T

U = U

Ur = U rovescia

V = V

Vr = V rovescia

Z = Z

Zdx = Z destra

Ts = T stondata

Ls = L stondata

Cs = C stondata

Is = I stondata

Dis. = Disegnata

D <m> = Distanza

Area <mq> = Area

Anet <mq> = Area netta per compressione

Aeff <mq> = Area effettiva per trazione

Jy <m4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Y

Jz <m4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Z

Iy <m> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y

Iz <m> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z

Wymin <mc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y

Wzmin <mc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z

Wy,plas <mc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse y

Wz,plas <mc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse z

Atag,y <mq> = Area resistente a taglio in direz y

Atag,z <mq> = Area resistente a taglio in direz y

J ω <m6> = Costante di ingobbamento

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

N,Ed <kg> = Forza assiale di calcolo

My,Ed <kgm> = Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y

Nc,Rd <kg> = Resistenza a compressione

My,c,Rd <kgm> = Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y

Linfl = lunghezza libera d'inflessione

α_{my} , α_{mz} , α_{LT} = Coefficienti correttivi per il momento flettente

λ_y = Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)

Ncr,y <kg> = Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)

λ^*_y = Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)

Curva = Curva di instabilità adottata

Φ_y = Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)

χ_y	=	Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
λ_z	=	Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
Ncr,z	<kg>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
λ^*_z	=	Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
Φ_z	=	Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
χ_z	=	Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz	=	Coefficienti di interazione
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<kg>	= Sforzo normale
Tz	<kg>	= Taglio in dir. Z
My	<kgm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
MNy,c,Rd	<kgm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
Vc,Ed	<kg>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<kg>	= Resistenza a taglio
fz,L	<m>	= Freccia in direzione Z locale

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin
			<m>	<mq>	<mq>	<mq>	<m4>	<m4>	<m>	<m>	<mc>	<mc>
1	profilo 25x20x3 mm Rc	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	J0
		<mc>	<mc>	<mq>	<mq>	<m6>
1	profilo 25x20x3 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Asta n. 1 (1 4) profilo 25x20x3 mm Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 - Classe 1

Sollecitazioni: N,Ed=-118.13 My,Ed=8.22

Resistenze: Nc,Rd=5237.14 My,c,Rd=35.12 Linfl=0.50

$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT} = 0.95, 0.95, 0.95$

$\lambda_y=56.95$ Ncr,y=14955.60 $\lambda^*_y=0.61$ Curva a: $\Phi_y=0.73$ $\chi_y=0.89$

$\lambda_z=68.90$ Ncr,z=10215.50 $\lambda^*_z=0.73$ Curva a: $\Phi_z=0.83$ $\chi_z=0.83$

Kyy, Kyz, Kzy, Kzz = 0.96, 0.58, 0.00, 0.96

Verifica YY: 0.02 + 0.22 = 0.25

Verifica ZZ: 0.02 = 0.02

- Verifica Freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/3399)

- Verifica Freccia massima carichi totali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/14218)

- Verifica a pressoflessione retta - CC 1 $X_l=0.50$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-118.13$ $T_z=-69.60$ $M_y=8.22$
 $M_{y,Ed}=8.22$ $M_{y,c,Rd}=35.12$
 $M_{y,Ed}=-118.13$ $N_{c,Rd}=5237.14$ $n= N,Ed/N_{c,Rd} = 0.02$
 $M_{Ny,c,Rd}=35.12$ $M_{y,Ed}/M_{Ny,c,Rd} = 0.23$

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 $X_l=0.00$
Sollecitazioni: $N=-118.13$ $T_z=92.02$ $M_y=8.04$
 $V_{c,Ed}=92.02$ $V_{c,Rd}=1679.86$ $V_{c,Ed}/V_{c,Rd}=0.05$

Asta n. 2 (1 2) profilo 25x20x3 mm Crit. 1

- Verifica Freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/1295)

- Verifica Freccia massima carichi totali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/1836)

- Verifica a flessione (4.2.13) - CC 1 $X_l=0.50$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=118.13$ $M_y=-8.04$
 $M_{y,Ed}=-8.04$ $M_{y,c,Rd}=35.12$ $M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd}=0.23$

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 $X_l=0.50$
Sollecitazioni: $T_z=118.13$ $M_y=-8.04$
 $V_{c,Ed}=118.13$ $V_{c,Rd}=1679.86$ $V_{c,Ed}/V_{c,Rd}=0.07$

Asta n. 3 (2 3) profilo 25x20x3 mm Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 - Classe 1

Sollecitazioni: $N,Ed=-118.13$ $M_{y,Ed}=-8.22$
Resistenze: $N_{c,Rd}=5237.14$ $M_{y,c,Rd}=35.12$ $Linfl=0.50$

$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT} = 0.95, 0.95, 0.95$

$\lambda_y=56.95$ $N_{cr,y}=14955.60$ $\lambda^*_y=0.61$ Curva a: $\Phi_y=0.73$ $\chi_y=0.89$

$\lambda_z=68.90$ $N_{cr,z}=10215.50$ $\lambda^*_z=0.73$ Curva a: $\Phi_z=0.83$ $\chi_z=0.83$

$K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz} = 0.96, 0.58, 0.00, 0.96$

Verifica YY: $0.02 + 0.22 = 0.25$

Verifica ZZ: $0.02 = 0.02$

- Verifica Freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/3398)

- Verifica Freccia massima carichi totali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/14217)

- Verifica a pressoflessione retta - CC 1 $X_l=0.50$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-118.13$ $T_z=69.60$ $M_y=-8.22$
 $M_{y,Ed}=-8.22$ $M_{y,c,Rd}=35.12$
 $M_{y,Ed}=-118.13$ $N_{c,Rd}=5237.14$ $n= N,Ed/N_{c,Rd} = 0.02$
 $M_{Ny,c,Rd}=35.12$ $M_{y,Ed}/M_{Ny,c,Rd} = 0.23$

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 $X_l=0.00$
Sollecitazioni: $N=-118.13$ $T_z=-92.02$ $M_y=-8.04$
 $V_{c,Ed}=-92.02$ $V_{c,Rd}=1679.86$ $V_{c,Ed}/V_{c,Rd}=0.05$

Asta n. 4 (4 3) profilo 25x20x3 mm Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 - Classe 1
Sollecitazioni: $N,Ed=-69.60$ $M_y,Ed=8.22$
Resistenze: $N_{c,Rd}=5237.14$ $M_{y,c,Rd}=35.12$ $Linfl=0.50$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT} = 0.95, 0.95, 0.95$
 $\lambda_y=56.95$ $N_{cr,y}=14955.60$ $\lambda^*_y=0.61$ Curva a: $\Phi_y=0.73$ $\chi_y=0.89$
 $\lambda_z=68.90$ $N_{cr,z}=10215.50$ $\lambda^*_z=0.73$ Curva a: $\Phi_z=0.83$ $\chi_z=0.83$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz} = 0.96, 0.57, 0.00, 0.96$
Verifica YY: $0.01 + 0.22 = 0.24$
Verifica ZZ: $0.01 = 0.01$

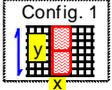
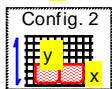
- Verifica Freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/1163)

- Verifica Freccia massima carichi totali - CC 2
 $f_{z,L}=0.00$ (L/1526)

- Verifica a pressoflessione retta - CC 1 $X_l=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-69.60$ $T_z=118.13$ $M_y=8.22$
 $M_{y,Ed}=8.22$ $M_{y,c,Rd}=35.12$
 $M_{y,Ed}=-69.60$ $N_{c,Rd}=5237.14$ $n= N,Ed/N_{c,Rd} = 0.01$
 $M_{Ny,c,Rd}=35.12$ $M_{y,Ed}/M_{Ny,c,Rd} = 0.23$

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 $X_l=0.00$
Sollecitazioni: $N=-69.60$ $T_z=118.13$ $M_y=8.22$
 $V_{c,Ed}=118.13$ $V_{c,Rd}=1679.86$ $V_{c,Ed}/V_{c,Rd}=0.07$

2.3.2 Grigliato in acciaio

CALCOLO PORTATA DI GRIGLIATO IN ACCIAIO							
CLIENTE:							
DATI	Tipologia Pannello	Materiale	S 235 JR (Fe360)				
		Sezione Piatto Portante	25 x 2		mm		
		Sezione Traversino	9 x 1.8		mm		
		Piatto di Bordatura	n°	2	25 x 3		mm
		Maglia	66 x 11		mm		
		Luce netta tra gli appoggi	500		mm		
		Peso Grigliato Grezzo	16.60		daN		
		Peso Grigliato Zincato	17.76		daN		
	 	CLASSI DI CARICO			X	Y	Carico
		Cl. 1 - folla compatta-			1000	1000	600 daN
Cl. 2 - autovetture -			200	200	1000 daN		
Cl. 3 - autocarri leggeri-			200	400	3000 daN		
Cl. 4 - autocarri pesanti-			250	600	9000 daN		
Risultati CL.1	Valori	Numero piatti sollecitati	n		15.15	nr.	
		Modulo resistenza di flessione	Wx		3.16	cm ³	
		Momento massimo flettente applicato	Mmf		18.75	daN*m	
		Carico max resistente ammissibile su sigma	Qamm.s		1,509	daN/m ²	
		Carico max resistente ammissibile su freccia	Qamm.f		2,545	daN/m ²	
		Momento Inerzia	Jx		3.95	cm ⁴	
		Carico massimo applicabile	Verificato	Q.appl		1,507	daN
		Freccia sotto carico applicato	Verificato	f		0.59	mm

Rif. Norma UNI 11002 parte 1-2 (Gennaio 2009)

Norma UNI 11002 parte 3 (Agosto 2002)

DM 14-1-2008 NTC