

COMMITTENTE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

DIREZIONE TECNICA - U.O. URBANISTICA, ARCHITETTURA E DESIGN

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO GALLARATE
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y**

FV02 – FERMATA DI VANZAGO

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE INGRESSO NORD - LATO
SOTTOPASSO PROMISCUO**

SCALA:

-

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

MDL1 12 D 44 CL FV0200 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	Ingletti	Ott. '10	F. Matera C. Francisci	Ott. '10	S. Borelli	Ott. '10		

File: MDL112D44CLFV0200003A

n. Elab.:

ITALFERR S.P.A.
U.O. Urbanistica
Dott. Ing. Virgi Evangelista
Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma N° A23189

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	5
	DOCUMENTI CORRELATI.....	6
4	ALLEGATI.....	7
5	MATERIALI	8
6	CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	9
7	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	10
8	RAMPE D'ACCESSO E D'USCITA ALLA FERMATA	11
8.1	ANALISI DEI CARICHI.....	11
8.1.1	<i>Dati di base.....</i>	11
8.1.2	<i>Spinta del terreno (SPT).....</i>	12
8.1.3	<i>Spinta del terreno dovuta ai carichi permanenti – pensilina - (SP perm).....</i>	12
8.1.4	<i>Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali (SPACC).....</i>	13
8.1.5	<i>Azioni sismiche (SPS).....</i>	13
8.1.6	<i>Inerzia sui piedritti (IN).....</i>	15
8.2	COMBINAZIONI DI CALCOLO	15
8.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	16
8.4	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	17
8.5	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	19
9	SETTO NUCLEO ASCENSORE	22
9.1	ANALISI DEI CARICHI.....	22
9.1.1	<i>Dati di base.....</i>	22
9.1.2	<i>Spinta del terreno (SPT).....</i>	22

9.1.3	<i>Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali (SPACC)</i>	22
9.1.4	<i>Azioni sismiche (SPS)</i>	22
9.1.5	<i>Inerzia sui piedritti (IN)</i>	24
9.2	COMBINAZIONI DI CALCOLO	24
9.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	25
9.4	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	29
10	INCIDENZE ARMATURE	31

1 Premessa

Nella presente relazione vengono riportate il dimensionamento e le verifiche relative alle strutture di ingresso alla fermata di Vanzago (scale e ascensore) attraverso il passaggio dal sottopasso scatolare promiscuo. La fermata di Vanzago è ubicata alla progressiva chilometrica 2+861.55 della linea ferroviaria Rho – Gallarate.

Le opere della rampa d'accesso alla fermata consistono in muri ad "U" a una luce di diverse altezze per contenere le scale. Per la completa geometria delle strutture si rimanda agli elaborati grafici.

Le opere si trovano in zona sismica di 4a categoria (comune Vanzago) però, in fase di calcolo, verrà considerata assimilata alla terza categoria. Il calcolo viene effettuato in conformità al D.M. 16/01/1996, con il metodo delle tensioni ammissibili.

2 Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare le strutture delle rampe di accesso alla banchina della fermata di Vanzago lato sottopasso promiscuo.

Le rampe sono costituite di muri ad U avente una altezza massima di 4.85m, mentre per il vano dell'ascensore si tiene conto sempre di un muro ad U a sezione variabile (altezza complessiva del muro pari a 5.60 m.)

Il muro ad U della scala ha uno spessore di 60 cm dall'estradosso della soletta di fondo a quota 154.47 m fino alla quota 158.92 m; dalla quota 158.92 fino alla quota 159.92, lo spessore del muro è pari a 20 cm. Lo spessore del solettone di fondazione è pari a 50 cm.

3 Documenti di riferimento

3.1 Documenti Referenziati

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- **Legge n° 1086 del 5 Novembre 1971**

"Norme per la disciplina delle Opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica";

- **D.M. 9 Gennaio 1996**

"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

"Norme tecniche relative ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";

- **D.M. 11 Marzo 1988:**

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- **Min. LL.PP. Circolare 15/10/1996 n. 252/AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 04/07/1996 n.156 AA.GG./STC**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relativi ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 10/04/1997 n. 65/AA.GG**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" di cui al D.M. 16.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 24/09/1988 n.30483:**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- **Istruzioni FS. del 2 Giugno 1995 I/SC/PS-OM/2298**

"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo". Testo aggiornato della istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 2 Giugno 1995 completo delle relative integrazioni - 13 Gennaio 1997;

- **Istruzione FF.SS. n° 44b del 14/04/1998**

"Istruzioni tecniche per manufatti sottobinario da costruire in zona sismica". Testo aggiornato dell'istruzione 44/b del 14/11/1996, approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto dell'Assemblea Generale del 16/12/1997;

Documenti correlati

I documenti correlati sono:

MDL112D44BAFV0200004A FV02 Fermata di Vanzago - Ascensore ingresso Sud –
Carpenteria e sezioni – Sottopasso promiscuo

MDL112D44BAFV0200001 FV02 Fermata di Vanzago - Scale e ascensore ingresso Nord -
Carpenteria e sezioni – Sottopasso promiscuo.

MDL1 00 D 26 RG GE0001 001 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-
Gallarate – Progetto Definitivo – Relazione geologica, geomorfologica,
idrogeologica.

MDL1 00 D 26 F5 GE0001 001 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-
Gallarate – Progetto Definitivo – Profilo geologico-tecnico binario pari linea
storica – tav. 1/3.

MDL1 00 D 26 F5 GE0001 002 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Progetto Definitivo – Profilo geologico-tecnico binario pari linea storica – tav. 2/3.

MDL1 00 D 26 F5 GE0001 003 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Progetto Definitivo – Profilo geologico-tecnico binario pari linea storica – tav. 3/3.

MDL1 00 D 26 RB GE0005 001 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Relazione geotecnica generale.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 001 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 1/6.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 002 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 2/6.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 003 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 3/6.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 004 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 4/6.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 005 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 5/6.

MDL1 00 D 26 F5 GE0005 006 A. - Potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate – Profilo geotecnico – tav. 6/6.

4 Allegati

Il documento non è corredato da allegati.

5 Materiali

I calcoli statici sono stati eseguiti prevedendo l'impiego dei seguenti materiali.

CALCESTRUZZO

Si assumono le seguenti caratteristiche cubiche minime a compressione:

Magrone $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

Fondazione $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Elevazione $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

In conformità alla normativa vigente e delle citate Istruzioni, i massimi valori unitari di tensione da prendere in conto nelle verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili sono:

$$\underline{R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2}$$

Tensione di compressione $\sigma_c = 11.00 \text{ N/mm}^2$

Tensioni tangenziali $\tau_{c0} = 0.67 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{c1} = 1,97 \text{ N/mm}^2$

ACCIAIO

per tondi di diametro $\leq 26 \text{ mm}$ FeB 44k

per tondi di diametro $\geq 28 \text{ mm}$ FeB 38k

In conformità alla normativa vigente e delle citate Istruzioni, i massimi valori unitari di tensione da prendere in conto nelle verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili sono:

Acciaio tipo FeB 44k $\sigma_s = 255 \text{ N/mm}^2$

Acciaio tipo FeB 38k $\sigma_s = 215 \text{ N/mm}^2$

In accordo alla Tab. 2.2.2.4 delle istruzioni F.S., la tensione dell'acciaio (per le combinazioni TA1 e TA2), i diametri e le distanze tra le barre di acciaio, per limitare gli effetti della fessurazione, risultano:

$\sigma_s \leq 220 \text{ N/mm}^2$ diametro $\leq 20 \text{ mm}$ (massimo interasse barre 200mm)

$\sigma_s \leq 190 \text{ N/mm}^2$ diametro $\leq 24 \text{ mm}$ (massimo interasse barre 250mm)

$\sigma_s \leq 160 \text{ N/mm}^2$ diametro $\leq 30 \text{ mm}$ (massimo interasse barre 300mm)

COPRIFERRO

Soletta: 4 cm

Struttura controterra: 4 cm

6 Caratterizzazione stratigrafica

Per la caratterizzazione stratigrafica, si riportano quanto segue :

Tipologia	Caratterizzazione	Profondità (m)
R	Materiale di riporto costituito da ghiaia sabbiosa di colore grigio con frammenti di laterizi e calcinacci	0 – 1.20
SL	Depositi del ciclo wurmiano a prevalente facies sabbiosa- limosa (sabbia a granulometria medio-fine, limosa)	1.20 – 2.35
GS	Deposito del ciclo wurmiano a prevalente facies ghiaioso-sabbiosa /ghiaie con sabbie da debolmente limose a limose) ricoperti da suoli lacustri	2.35 – 33.54 m
SG	Deposito del ciclo wurmiano a prevalente facies sabbiosa – ghiaiosa (sabbie con ghiaie limose)	33.54 ---

Il livello della falda è a quota - 12.40 m dal piano di campagna.

Per il rinterro così come per la fondazione, si considera un terreno avente le seguenti caratteristiche:

$$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)} = 19$$

$$\varphi' \text{ (}^\circ\text{)} = 35^\circ$$

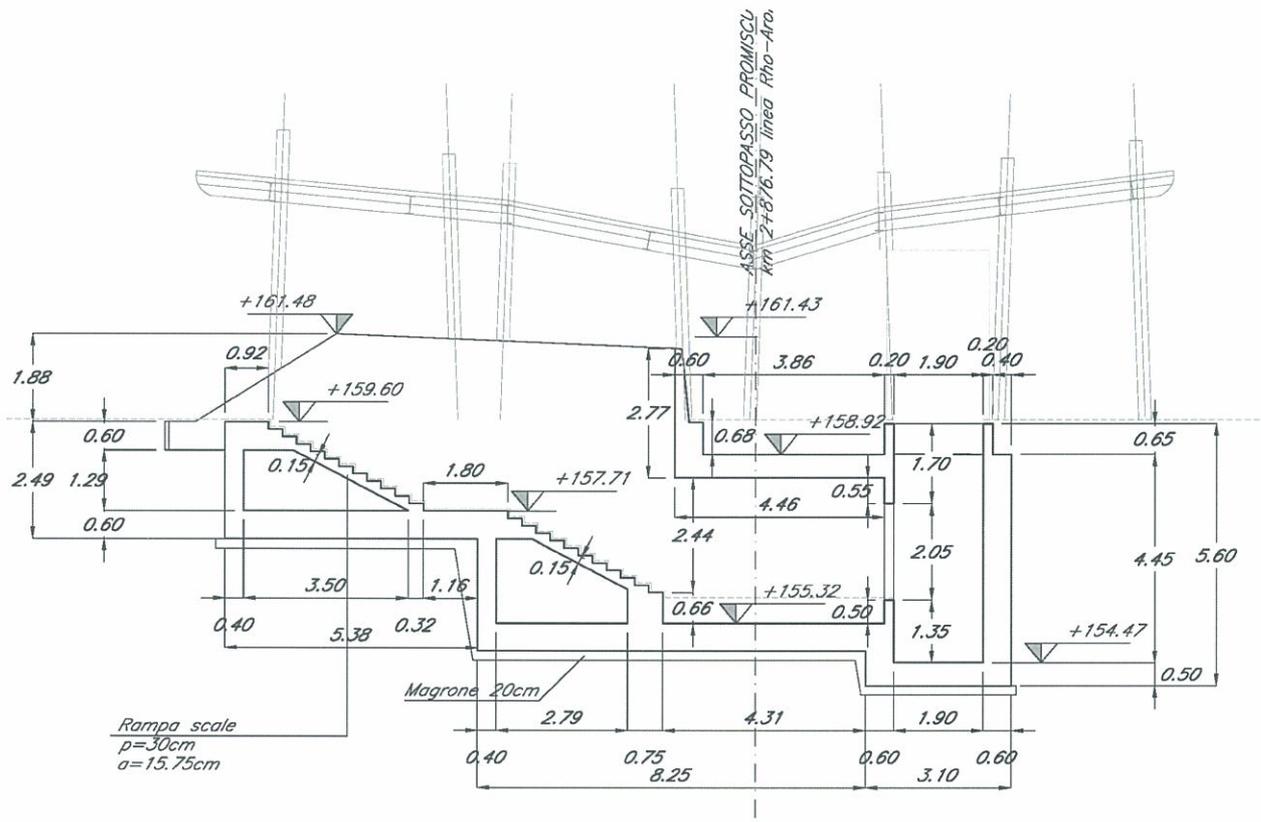
7 Modellazione adottata

Per il calcolo delle pareti esterne del muro ad U, si è adottata una schematizzazione semplificata a mensola di altezza pari al massimo dislivello piano di campagna e fondo del muro ad U. Si considera la mensola incastrata in corrispondenza dell'asse della soletta di fondo. Lo spessore è pari a 60 cm. A favore della sicurezza, non si è tenuto conto del peso proprio delle scale. Il terreno è considerato spingente per tutta l'altezza delle pareti.

L'armatura di seguito calcolata, verrà utilizzata per i muri di altezze inferiori.

8 Rampe d'accesso e d'uscita alla fermata

Si presenta di seguito una sezione trasversale della rampa di scale (per l'ingresso a lato sud):



Sezione trasversale

8.1 Analisi dei carichi

8.1.1 Dati di base

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

PESI	kN/m ³	
	γ	Φ
calcestruzzo armato	25	-
Rinterro	19	35

8.1.2 Spinta del terreno (SPT)

Per il rinterro si prevede un angolo di attrito $\phi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$, lungo tutta l'altezza dei muri. Il coefficiente di spinta viene calcolato utilizzando la formula $K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$, per cui si ottiene il valore $K_a = 0,271$.

Si considera un'altezza h pari a 4.85 m. La pressione sul muro dovuta alla spinta del terreno è quindi pari a:

$$Q_{\text{SPT}} = \gamma \times h \times K_a = 19,00 \times (4.85) \times 0,271 = 24,97 \text{ kN/m}^2$$

8.1.3 Spinta del terreno dovuta ai carichi permanenti – pensilina - (SP perm)

Tenendo conto del fatto che le fondazioni della pensilina sono del tutto scollegate alle rampe (vedi elaborato copertura...) e quindi non vi è nessuna trasmissione di sollecitazioni se non una spinta dovuta al peso proprio della pensilina, si calcola la superficie d'influenza della copertura che si può oggettivamente considerare come portato dalle colonne che stanno a tergo del muro della rampa di scala d'ingresso alla stazione (lato stazione).

La copertura ha una superficie complessiva di 274.16 m^2 e un peso superficiale pari a 1.09 kN/m^2 .

L'area d'influenza della copertura è pari a 92.40 m^2 .

Il numero di colonne a tergo del muro ad U della rampa è pari a 6 collegati da una trave continua che ha le dimensioni seguenti :

$$h = 0.85 \text{ m ;}$$

$$L = 14.50 \text{ m ;}$$

$$I = 1.00 \text{ m.}$$

per il calcestruzzo della trave continua, si tiene conto di un peso di 25 kN/m^3 .

La trave continua di fondazione poggia su un magrone di fondazione che ha le dimensioni seguenti:

$$h = 0.20 \text{ m ;}$$

$$L = 14.70 \text{ m ;}$$

$$I = 1.20 \text{ m.}$$

per il calcestruzzo del magrone, si tiene conto di un peso specifico di 20 kN/m^3 .

Il peso lineare delle colonne è pari a 1.53 kN/m .

L'altezza massima delle colonne è pari a 6.26 m, mentre l'altezza minima è pari a 4.97 m; si tiene quindi conto di una altezza media di $(6.26 + 4.97)/2 = 5.60$ m.

Si determinano il peso della parte di pensilina portato dalle 6 colonne a tergo dal muro della rampa:

peso copertura :	$92.40 * 1.090$	= 100.72 kN
peso colonne :	$6 * 1.53 * 5.60$	= 51.41 kN
peso della trave continua :	$0.85 * 14.50 * 1.00 * 25$	= 308.13 kN
peso del magrone :	$0.20 * 14.70 * 1.20 * 20$	= 70.60 kN

Totale = 530.86 kN

Si considera una distribuzione superficiale di tale peso lungo una area di impronta pari a $(14.50 * 1.00 \text{ m}^2)$

Si hanno un carico lineare Q_{pens} pari a $530.86 / (14.50 * 1.00) = 36.60 \text{ kN/m}^2$.

Tenendo conto della larghezza di 01 m e della quota di applicazione di tale carico (-0.50 m dal piano di campagna (baricentro trave continua di fondazione)), le spinte permanenti dovute alla pensilina sono come segue :

$$Q_{\text{SP perm}} = Q_{\text{pens}} * K_a = 36.60 * 0.271 = 9.92 \text{ kN/m}^2$$

8.1.4 Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali (SPACC)

Si considera sul terrapieno la presenza di un sovraccarico accidentale pari a $q = 10.00 \text{ kN/m}^2$.

La pressione corrispondente sui piedritti risulta:

$$Q_{\text{SPACC}} = q * K_a = 10.00 * 0.271 = 2.71 \text{ kN/m}^2$$

che si applica su tutta l'altezza del piedritto.

8.1.5 Azioni sismiche (SPS)

La spinta del terreno F_s , viene così calcolata:

$$F_s = A * F'$$

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta * \cos \theta}$$

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 44	CL	FV0200003	A	14/31

$\theta = \arctan C$ con $C =$ coefficiente di intensità sismica

$F' =$ spinta del terreno calcolata per $\alpha' = \alpha + \theta$

$$\beta' = \beta + \theta$$

β, α indicano, rispettivamente, l'angolo di inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale e l'angolo di inclinazione del paramento interno rispetto alla verticale, come da normativa sismica, in questo caso sono entrambi pari a zero.

La sovraspinta sismica viene quindi calcolata considerando un coefficiente di spinta sismico incrementato rispetto a quello statico.

Dati generali

ϕ	35
α'	2.3
β'	2.3
δ	0
θ	2.3
A	0.999
K_{as}	0.293

Ove:

ϕ	Angolo di attrito interno
α'	Inclinazione del paramento di monte
β'	Inclinazione del terreno sull'orizzontale
δ	Inclinazione della spinta

$K_{as} =$ coefficiente di spinta attivo in condizioni sismiche =

$$\frac{\text{sen}(\alpha' + \Phi)^2}{\text{sen}^2(\alpha') \cdot \text{sen}(\alpha' - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\Phi + \delta) \cdot \text{sen}(\Phi - \beta')}{\text{sen}(\beta' - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha' + \beta')}} \right]^2} = 0.296$$

La spinta statica F , viene così calcolata:

$$F = 1/2 \times \gamma \times h^2 \times K_a = 1/2 \times 19,00 \times 4,85^2 \times 0,271 = 58,08 \text{ kN/m}^2$$

La spinta F' , viene così calcolata:

$$F' = 1/2 \times \gamma \times h^2 \times K_{as} = 1/2 \times 19,00 \times 4,85^2 \times 0,293 = 63,45 \text{ kN/m}^2$$

INCREMENTO DI SPINTA DEL TERRENO $\Delta F = F_s - F$

Spinta in condizioni sismiche $F_s = A F'$ (DM 5-2-96)	F_s	58,08	kN/m
--------------------------------------------------------	-------	-------	------

Spinta statica	F	63,45	kN/m
Incremento di spinta	ΔF	5,37	kN

Tale azione, si applica ai 2/3 dell'altezza del muro ovvero a **3.15** m dalla base.

8.1.6 Inerzia sui piedritti (IN)

Si considera un'azione di inerzia orizzontale sui piedritti pari a:

$$IN = C W_p$$

In cui:

$$C = 0,04$$

$$W_p = (0,60 \times 4.75) \times 25 = 71.25 \text{ kN/m}$$

$$\text{quindi } Q_{IN} = 0.04 \times 72,75 = 2.85 \text{ kN/m.}$$

8.2 Combinazioni di calcolo

Le condizioni e le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

	SPT	SP perm	SPACC	SPS	IN
COMB 1	1	1	1	0	0
COMB 2	1	1	0.5	1	1
COMB 1F	1	1	0.8	0	0

La combinazione comb 1F è per la verifica a fessurazione.

8.3 Calcolo delle sollecitazioni

Per le verifiche a pressoflessione si considerano le sollecitazioni a piede muro. Le sollecitazioni massime risultano:

COMB 1

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + \frac{q_{SPperm} \cdot h^2}{2} + \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} = 246.44 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h}{2} + q_{SPperm} \cdot h + q_{SPACC} \cdot h = 121.81 \text{ kN}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 72.75 \text{ kN}$$

COMB 2

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + \frac{q_{SPperm} \cdot h^2}{2} + 0.5 \cdot \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} + 1 \cdot \frac{\Lambda F \cdot 2 \cdot h}{3} + 1 \cdot \frac{IN \cdot h}{2} = 254.78 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 1 \cdot \frac{q_{SPT} \cdot h}{2} + q_{SPperm} \cdot h + 0.5 \cdot q_{SPACC} \cdot h + 1 \cdot \Lambda F + 1 \cdot IN = 123.46 \text{ kN}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 72.75 \text{ kN}$$

COMB 3

La COMB 3 è stata definita per la verifica a fessurazione.:

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + \frac{q_{SPperm} \cdot h^2}{2} + 0.8 \cdot \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} + 0 \cdot \frac{q_{SPS} \cdot h^2}{3} + 0 \cdot \frac{q_{IN} \cdot h^2}{2} = 240.06 \text{ kNm}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 72.75 \text{ kN}$$

La combinazione sismica risulta essere la più sfavorevole:

$$M = 254.78 \text{ kNm}$$

$$T = 123.46 \text{ kN}$$

$$N = 72.75 \text{ kN}$$

Si effettueranno le verifiche di fessurazione rispetto alla combinazione 1 F :

$$M = 240.6 \text{ kNm}$$

$$N = 72.75 \text{ kN}$$

8.4 Verifiche di resistenza

Si effettuano le verifiche a pressoflessione e taglio della mensola e della soletta di fondo :

Mensola

Verifica a pressoflessione

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25.45	5
2	25.45	55

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="72.75"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="254.78"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C28/35
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="15.87"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> [?]
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6667"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.971"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

L'armatura è costituita da :

ϕ 18/10 (esterno e interno)

Verifica a taglio

T = 123.46 kN.

$\tau_{co} = 0.25 \text{ N/mm}^2 < \tau_{co} = 0.67 \text{ N/mm}^2$

Non occorre predisporre armatura a taglio.

8.5 Verifica a fessurazione

Il limite ammissibile per il valore di apertura massima delle fessure è pari $w_k = 0.15$ mm.

Mensola

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
 INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 44	CL	FV0200003	A	20/31

Sollecitazioni

Momento flettente	M	240.6	kN m
Sforzo normale	N	72.5	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	25.45	cm ²	10 Ø 18	$c_{s1} = 5$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$c_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	Ø	$c_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	25.45	cm ²	10 Ø 18	$c_{t1} = 5$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.9	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	176.0	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	331.9	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	301.9	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	16.1	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6713	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2277129	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	763843	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	162	kN m	La sezione è fessurata
Momento di fessurazione (f_{ctm})	M_{fess}	227	kN m	
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	313.8	cm	
	u (M_{fess})	283.8	cm	
Compressione max nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cr}	4.6		
Traz. nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sr}	165.7	N/mm ²	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	16.2	cm	
	β_1	1		
	β_2	0.5		
Deform. unitaria media dell'arm.	ϵ_{sm}	0.00047		
Copriferro netto	c'	4.1	cm	
Altezza efficace	d_{eff}	17.6	cm	
Area efficace	A_{Ceff}	1760	cm ²	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	25.4	cm ²	
	pr	0.01446		
Distanza tra le barre	s	10.0	cm	
	K_2	0.4		
	K_3	0.125		
Distanza media tra le fessure	s_{mm}	16.4	cm	
Valore medio dell'ap. delle fessure	w _{rm}	0.08	mm	
Valore caratter. dell'ap. delle fessure	w _k	0.13	mm	

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 44	CL	FV0200003	A	21/31

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	240.6	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{amm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	25.45	cm ² 10 \varnothing 18 $c_{s1} = \nabla$ 5 cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ² \varnothing $c_{s2} = \nabla$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ² \varnothing $c_{t2} = \nabla$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	25.45	cm ² 10 \varnothing 18 $c_{t1} = \nabla$ 5 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.8	N/mm ² < σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	189.2	N/mm ² < σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm > H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm
Posizione asse neutro	y (M)	15.1	cm
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6713	cm ²
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2277129	cm ⁴
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	761378	cm ⁴

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	153	kN m	La sezione è fessurata
Momento di fessurazione (f_{ctm})	M_{fess}	219	kN m	
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	∞	cm	
	u (M_{fess})	∞	cm	
Compressione max nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cr}	4.3		
Traz. nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sr}	172.4	N/mm ²	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	15.1	cm	
	β_1	1		
	β_2	0.5		
Deform. unitaria media dell'arm.	ϵ_{sm}	0.00053		
Copriferro netto	c'	4.1	cm	
Altezza efficace	d_{eff}	17.6	cm	
Area efficace	A_{Ceff}	1760	cm ²	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	25.4	cm ²	
	p_r	0.01446		
Distanza tra le barre	s	10.0	cm	
	K_2	0.4		
	K_3	0.125		
Distanza media tra le fessure	s_{fm}	16.4	cm	
Valore medio dell'ap. delle fessure	w _m	0.09	mm	
Valore caratter. dell'ap. delle fessure	w _k	0.15	mm	

9 Setto nucleo ascensore

9.1 Analisi dei carichi

9.1.1 Dati di base

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

PESI	kN/m ³	
	γ	Φ
calcestruzzo armato	25	-
Rinterro	19	35

9.1.2 Spinta del terreno (SPT)

Per il rinterro si prevede un angolo di attrito $\phi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$, lungo tutta l'altezza dei muri. Il coefficiente di spinta viene calcolato utilizzando la formula $K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$, per cui si ottiene il valore $K_a = 0,271$.

Si considera un'altezza h pari a 5.40 m. La pressione sul muro dovuta alla spinta del terreno è quindi pari a:

$$Q_{\text{SPT}} = \gamma \times h \times K_a = 19,00 \times (5.40) \times 0,271 = 27,80 \text{ kN/m}^2$$

9.1.3 Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali (SPACC)

Si considera sul terrapieno la presenza di un sovraccarico accidentale pari a $q = 10.00 \text{ kN/m}^2$.

La pressione corrispondente sui piedritti risulta:

$$Q_{\text{SPACC}} = q \times K_a = 10.00 \times 0.271 = 2.71 \text{ kN/m}^2$$

che si applica su tutta l'altezza del piedritto.

9.1.4 Azioni sismiche (SPS)

La spinta del terreno F_s , viene così calcolata:

$$F_s = A * F'$$

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta * \cos \theta}$$

$\theta = \arctan C$ con $C =$ coefficiente di intensità sismica

$F' =$ spinta del terreno calcolata per $\alpha' = \alpha + \theta$

$$\beta' = \beta + \theta$$

β, α indicano, rispettivamente, l'angolo di inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale e l'angolo di inclinazione del paramento interno rispetto alla verticale, come da normativa sismica, in questo caso sono entrambi pari a zero.

La sovraspinta sismica viene quindi calcolata considerando un coefficiente di spinta sismico incrementato rispetto a quello statico.

Dati generali

ϕ	35
α'	2.3
β'	2.3
δ	0
θ	2.3
A	0.999
K_{as}	0.293

Ove:

ϕ	Angolo di attrito interno
α'	Inclinazione del paramento di monte
β'	Inclinazione del terreno sull'orizzontale
δ	Inclinazione della spinta

$K_{as} =$ coefficiente di spinta attivo in condizioni sismiche =

$$\frac{\text{sen}(\alpha' + \Phi)^2}{\text{sen}^2(\alpha') \cdot \text{sen}(\alpha' - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\Phi + \delta) \cdot \text{sen}(\Phi - \beta')}{\text{sen}(\beta' - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha' + \beta')}} \right]^2} = 0.296$$

La spinta statica F , viene così calcolata:

$$F = 1/2 \times \gamma \times h^2 \times K_a = 1/2 \times 19,00 \times 5,40^2 \times 0,271 = 75,07 \text{ kN/m}^2$$

La spinta F' , viene così calcolata:

$$F' = 1/2 \times \gamma \times h^2 \times K_{as} = 1/2 \times 19,00 \times 5,40^2 \times 0,293 = 81,20 \text{ kN/m}^2$$

INCREMENTO DI SPINTA DEL TERRENO $\Delta F = F_s - F$

Spinta in condizioni sismiche $F_s = A F'$ (DM 5-2-96) F_s 81,20 kN/m

Spinta statica	F	75,07	kN/m
Incremento di spinta	ΔF	6,13	kN

Tale azione, si applica ai 2/3 dell'altezza del muro ovvero a 3.73 m dalla base.

9.1.5 Inerzia sui piedritti (IN)

Si considera un'azione di inerzia orizzontale sui piedritti pari a:

$$IN = C W_p$$

In cui:

$$C = 0,04$$

$$W_p = ((0,40 \times 4.70) + (0.20 \times 1.00)) \times 25 = 52.00 \text{ kN/m}$$

$$\text{quindi } Q_{IN} = 0.04 \times 52,00 = 2.08 \text{ kN/m.}$$

9.2 Combinazioni di calcolo

Le condizioni e le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

	SPT	SPACC	SPS	IN
COMB 1	1	1	0	0
COMB 2	1	0.5	1	1
COMB 1F	1	0.8	0	0

La combinazione comb 1F è per la verifica a fessurazione.

9.3 Calcolo delle sollecitazioni

Per le verifiche a pressoflessione si considerano le sollecitazioni a piede muro. Le sollecitazioni massime risultano:

COMB 1

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} = 174.62 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h}{2} + q_{SPACC} \cdot h = 89.69 \text{ kN}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 54.00 \text{ kN}$$

COMB 2

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + 0.5 \cdot \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} + 1 \cdot \frac{\Delta F \cdot 2 \cdot h}{3} + 1 \cdot \frac{IN \cdot h}{2} = 182.55 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 1 \cdot \frac{q_{SPT} \cdot h}{2} + 0.5 \cdot q_{SPACC} \cdot h + 1 \cdot \Delta F + 1 \cdot IN = 90.59 \text{ kN}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 54.00 \text{ kN}$$

COMB 3

La COMB 3 è stata definita per la verifica a fessurazione.:

$$M_{\max} = \frac{q_{SPT} \cdot h^2}{6} + 0.8 \cdot \frac{q_{SPACC} \cdot h^2}{2} + 0 \cdot \frac{q_{SPS} \cdot h^2}{3} + 0 \cdot \frac{q_{IN} \cdot h^2}{2} = 166.72 \text{ kNm}$$

$$N = h \cdot s \cdot \gamma_{cls} = 54.00 \text{ kN}$$

La combinazione sismica risulta essere la più sfavorevole:

$$M = 182.55 \text{ kNm}$$

$$T = 90.59 \text{ kN}$$

$$N = 54.00 \text{ kN}$$

Si effettueranno le verifiche di fessurazione rispetto alla combinazione 1 F :

$$M = 166.72 \text{ kNm}$$

$$N = 54.00 \text{ kN}$$

Verifiche di resistenza

Si effettuano le verifiche a pressoflessione e taglio della mensola e della soletta di fondo :

Mensola

Verifica a pressoflessione

Titolo :

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.42	5
2	31.42	35

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} **54** kN
M_{xEd} **182.75** kNm
M_{yEd} **0**

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C28/35
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5
E_s 200 000 N/mm ²	f_{cd} 15.87
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0.6667
	τ_{c1} 1.971

σ_c **-6.826** N/mm²
 σ_s **181.7** N/mm²
 ϵ_s **0.9083** ‰
 d **35** cm
 x **12.62** w/d **0.3605**
 δ **0.8906**

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

L'armatura è costituita da :

ϕ 20/10 (esterno e interno)

Verifica a taglio

T = 90.59 kN.

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
 INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 44	CL	FV0200003	A	27/31

Taglio	9059	daN
Rck	350	
s _a	2600	daN/cm ²
t _{c0}	6.67	daN/cm ²
t _{c1}	19.71	daN/cm ²
H	40	cm
b	100	cm
copriferro	4	cm
t _{taglio}	2.80	daN/cm ²

$$\tau_{c0} = 0.28 \text{ N/mm}^2 < \tau_{c0} = 0.67 \text{ N/mm}^2$$

Non occorre predisporre armatura a taglio.

Si predisporre comunque una armatura in staffe pari a ϕ 12/20

Fondazione

Verifica a flessione semplice

Titolo :																																																	
N° figure elementari	<input type="text" value="1"/> Zoom	N° strati barre	<input type="text" value="2"/> Zoom																																														
<table border="1"> <tr><th>N°</th><th>b [cm]</th><th>h [cm]</th></tr> <tr><td>1</td><td>100</td><td>50</td></tr> </table>	N°	b [cm]	h [cm]	1	100	50	<table border="1"> <tr><th>N°</th><th>As [cm²]</th><th>d [cm]</th></tr> <tr><td>1</td><td>31.42</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>31.42</td><td>45</td></tr> </table>	N°	As [cm²]	d [cm]	1	31.42	5	2	31.42	45	Tipo Sezione <input checked="" type="radio"/> Rettan.re <input type="radio"/> Trapezi <input type="radio"/> a T <input type="radio"/> Circolare <input type="radio"/> Rettangoli <input type="radio"/> Coord.																																
N°	b [cm]	h [cm]																																															
1	100	50																																															
N°	As [cm²]	d [cm]																																															
1	31.42	5																																															
2	31.42	45																																															
Sollecitazioni S.L.U. <input type="button" value="→"/> Metodo n <input type="button" value="←"/>		P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																																															
<table border="1"> <tr><td>N_{Ed}</td><td><input type="text" value="0"/></td><td><input type="text" value=""/></td><td>kN</td></tr> <tr><td>M_{xEd}</td><td><input type="text" value="0"/></td><td><input type="text" value="182.75"/></td><td>kNm</td></tr> <tr><td>M_{yEd}</td><td><input type="text" value="0"/></td><td><input type="text" value="0"/></td><td></td></tr> </table>		N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value=""/>	kN	M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="182.75"/>	kNm	M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		Metodo di calcolo <input type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n																																			
N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value=""/>	kN																																														
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="182.75"/>	kNm																																														
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>																																															
Materiali <table border="1"> <tr><th>B450C</th><th>C28/35</th></tr> <tr><td>ε_{su}</td><td><input type="text" value="67.5"/> %</td><td>ε_{c2}</td><td><input type="text" value="2"/> %</td></tr> <tr><td>f_{yd}</td><td><input type="text" value="391.3"/> N/mm²</td><td>ε_{cu}</td><td><input type="text" value="3.5"/></td></tr> <tr><td>E_s</td><td><input type="text" value="200 000"/> N/mm²</td><td>f_{cd}</td><td><input type="text" value="15.87"/></td></tr> <tr><td>E_s/E_c</td><td><input type="text" value="15"/></td><td>f_{cc}/f_{cd}</td><td><input type="text" value="0.8"/> ?</td></tr> <tr><td>ε_{syd}</td><td><input type="text" value="1.957"/> %</td><td>$\sigma_{c,adm}$</td><td><input type="text" value="11"/></td></tr> <tr><td>$\sigma_{s,adm}$</td><td><input type="text" value="255"/> N/mm²</td><td>τ_{co}</td><td><input type="text" value="0.6667"/></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>τ_{c1}</td><td><input type="text" value="1.971"/></td></tr> </table>		B450C	C28/35	ε_{su}	<input type="text" value="67.5"/> %	ε_{c2}	<input type="text" value="2"/> %	f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>	E_s	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="15.87"/>	E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?	ε_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> %	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="11"/>	$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6667"/>			τ_{c1}	<input type="text" value="1.971"/>	<table border="1"> <tr><td>σ_c</td><td><input type="text" value="-4.469"/> N/mm²</td></tr> <tr><td>σ_s</td><td><input type="text" value="144.8"/> N/mm²</td></tr> <tr><td>ε_s</td><td><input type="text" value="0.7238"/> %</td></tr> <tr><td>d</td><td><input type="text" value="45"/> cm</td></tr> <tr><td>x</td><td><input type="text" value="14.24"/></td><td>x/d</td><td><input type="text" value="0.3165"/></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>δ</td><td><input type="text" value="0.8356"/></td></tr> </table>		σ_c	<input type="text" value="-4.469"/> N/mm²	σ_s	<input type="text" value="144.8"/> N/mm²	ε_s	<input type="text" value="0.7238"/> %	d	<input type="text" value="45"/> cm	x	<input type="text" value="14.24"/>	x/d	<input type="text" value="0.3165"/>			δ	<input type="text" value="0.8356"/>
B450C	C28/35																																																
ε_{su}	<input type="text" value="67.5"/> %	ε_{c2}	<input type="text" value="2"/> %																																														
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>																																														
E_s	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="15.87"/>																																														
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?																																														
ε_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> %	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="11"/>																																														
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6667"/>																																														
		τ_{c1}	<input type="text" value="1.971"/>																																														
σ_c	<input type="text" value="-4.469"/> N/mm²																																																
σ_s	<input type="text" value="144.8"/> N/mm²																																																
ε_s	<input type="text" value="0.7238"/> %																																																
d	<input type="text" value="45"/> cm																																																
x	<input type="text" value="14.24"/>	x/d	<input type="text" value="0.3165"/>																																														
		δ	<input type="text" value="0.8356"/>																																														
		Verifica N° iterazioni: <input type="text" value="4"/>																																															
		<input type="checkbox"/> Precompresso																																															

Tabella riassuntiva armatura muro ad U

Armatura muro: ϕ 20/10(esterno e interno)

Armatura ripartizione muro: ϕ 12/20

Armatura solettone sp. 50 cm: ϕ 20/10 (superiori e inferiori)

Armatura ripartizione solettone: ϕ 12/20

Per la parte superiore (spessore 30 cm) si dimezzano le armature con lo seguente schema :

Armatura muro: ϕ 20/20(esterno e interno)

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO MDL1	LOTTO 12 D 44	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV0200003	REV. A	FOGLIO 29/31
------------------	------------------	----------------	------------------------	-----------	-----------------

9.4 Verifica a fessurazione

Mensola

Sollecitazioni

Momento flettente	M	166.72	kN m
Sforzo normale	N	54	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	40	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armadura compressa (1° strato)	As_1'	31.42	cm ²	10 Ø 20	$c_{s1} = 5$ cm
Armadura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	Ø	$c_{s2} =$ cm
Armadura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	Ø	$c_{t2} =$ cm
Armadura tesa (1° strato)	As_1	31.42	cm ²	10 Ø 20	$c_{t1} = 4.5$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	6.1	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	162.5	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	308.7	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	288.7	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	12.8	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{jd}	4880	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{jd}	752577	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{jd}^*	341360	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	80	kN m	La sezione è fessurata
Momento di fessurazione (f_{ctm})	M_{fess}	113	kN m	
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	209.0	cm	
	u (M_{fess})	189.0	cm	
Compressione max nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cr}	4.2		
Traz. nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sr}	107.5	N/mm ²	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	13.0	cm	
	β_1	1		
	β_2	0.5		
Deform. unitaria media dell'arm.	ϵ_{sm}	0.0006		
Copriferro netto	c'	3.5	cm	
Altezza efficace	d_{eff}	18.5	cm	
Area efficace	$A_{c,eff}$	1850	cm ²	
Armadura nell'area efficace	$A_{s,eff}$	31.4	cm ²	
	ρ_r	0.01698		
Distanza tra le barre	s	10.0	cm	
	K_2	0.4		
	K_3	0.125		
Distanza media tra le fessure	s_{fm}	14.9	cm	
Valore medio dell'ap. delle fessure	w _m	0.09	mm	
Valore caratter. dell'ap. delle fessure	w _k	0.15	mm	

**RELAZIONE DI CALCOLO SCALA E ASCENSORE
INGRESSO NORD LATO SOTTOPASSO PROMISCUO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12 D 44	CL	FV0200003	A	30/31

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	166.72	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	50	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	31.42	cm ² 10 Ø 20 $c_{s1} = 5$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ² Ø $c_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ² Ø $c_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	31.42	cm ² 10 Ø 20 $c_{t1} = 4.5$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.0	N/mm ² < σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	130.5	N/mm ² < σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm > H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm
Posizione asse neutro	y (M)	14.3	cm
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	5880	cm ²
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	1428200	cm ⁴
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	596950	cm ⁴

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	116	kN m	La sezione è fessurata
Momento di fessurazione (f_{ctm})	M_{fess}	165	kN m	
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	∞	cm	
	u (M_{fess})	∞	cm	
Compressione max nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cr}	4.0		
Traz. nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sr}	129.2	N/mm ²	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	14.3	cm	
	β_1	1		
	β_2	0.5		
Deform. unitaria media dell'arm.	ϵ_{sm}	0.00032		
Copriferro netto	c'	3.5	cm	
Altezza efficace	d_{eff}	18.5	cm	
Area efficace	$A_{c,eff}$	1850	cm ²	
Armatura nell'area efficace	$A_{s,eff}$	31.4	cm ²	
	ρ_r	0.01698		
Distanza tra le barre	s	10.0	cm	
	K_2	0.4		
	K_3	0.125		
Distanza media tra le fessure	s_{fm}	14.9	cm	
Valore medio dell'ap. delle fessure	w _m	0.05	mm	
Valore caratter. dell'ap. delle fessure	w _k	0.08	mm	

10 Incidenze armature

Si riportano di seguito le incidenze delle armature [kg / m³]:

Rampe accesso sottopasso

- MENSOLA 120 kg / m³
- FONDAZIONE 120 kg / m³

Muro vano ascensore

- MENSOLA 135 kg / m³
- FONDAZIONE 125 kg / m³