



Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI Dott. Ing. Alessandro MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19116 Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

OPERE D'ARTE MINORI

Tombino scatolare T5 alla progr. 0+636,80 della S.S.131

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

LOPLSP E 1501

NOME FILE

T00_TM04_STR_RE01_A.docx

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00 TM04 STR AR01

A

—

D

C

B

A

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Indice

1	Premessa	3
2	Descrizione dell'opera	4
3	Normativa di riferimento	6
4	Caratteristiche dei materiali	7
5	Condizioni geotecniche	8
6	Criteri di verifica	9
6.1	Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi	9
6.2	Verifiche agli stati limite di esercizio	9
7	Geometria della struttura	12
8	Modello di calcolo	13
8.1	Programma di calcolo	13
8.2	Modellazione Strutturale	13
8.3	Schema	14
9	Analisi dei carichi	15
9.1	Pesi propri strutturali	15
9.2	Sovraccarichi permanenti portati	15
9.3	Azioni provenienti dal terreno	16
9.4	Azioni provenienti dai carichi mobili	17
9.5	Azioni da variazioni termiche e ritiro	21
9.6	Azioni sismiche	22
10	Combinazioni di carico	24
11	Sollecitazioni di calcolo	27
11.1	Stato Limite Ultimo	27
11.2	Stato Limite Esercizio	29
11.3	Sezioni di verifica	30
12	Verifiche	32
13	Appendice	38

1 Premessa

La presente relazione ha per oggetto il progetto strutturale e geotecnico del tombino scatolare T5 sotto la S.P. 131, nell'ambito del progetto di adeguamento e messa in sicurezza della strada stessa. Lo scatolare avrà dimensioni interne pari a 3.00 x 2.00 m e spessori pari a 0,50 m per la soletta superiore, la soletta inferiore e i piedritti. Si è considerato uno spessore della pavimentazione pari a 0.10 m. Poiché la strada interseca l'asse dello scatolare secondo un angolo retto, nella presente relazione è stato analizzato un concio elementare di scatolare, di ampiezza 1,00 m, disposto parallelamente all'asse stradale.

Si implementa un modello matematico agli elementi finiti, i cui carichi in input sono ottenuti da fogli elettronici riportati alle pagine seguenti; il modello viene quindi risolto numericamente tramite codice di calcolo Sap 2000, il cui manuale d'uso si dà per conosciuto. A vantaggio di sicurezza non sono stati considerati carichi verticali agenti sulla soletta di fondo, se non il peso proprio della soletta medesima.

Nel seguito sono presentate le caratteristiche generali e geometriche dell'opera.

Inoltre sono definite le modalità di calcolo, i risultati delle analisi delle sollecitazioni e le verifiche degli elementi strutturali.

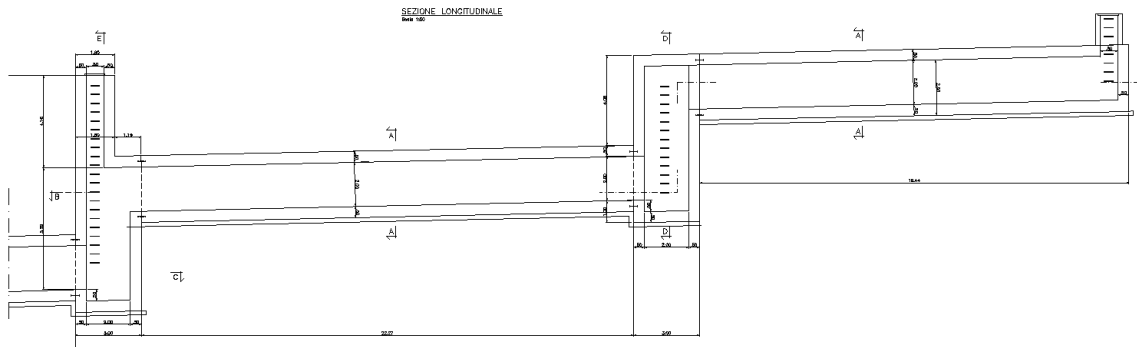


Figura 3: Sezione Longitudinale Tombino

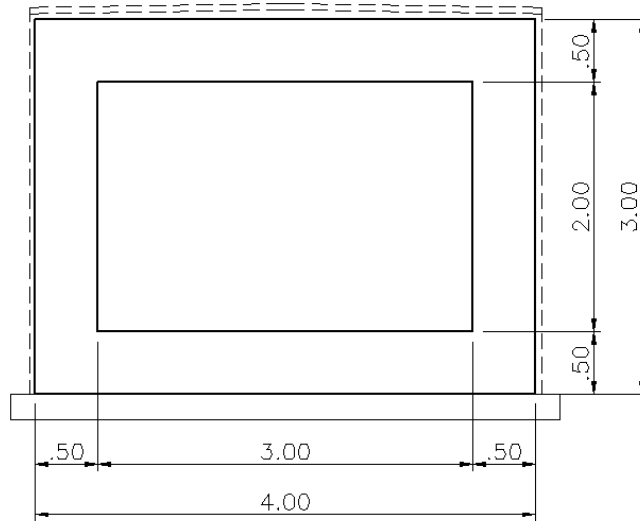


Figura 4: Sezione Trasversale Tombino

3 Normativa di riferimento

D.M. 14 gennaio 2008:

Testo unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009 n° 617:

- Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008.

UNI EN 1992-1:

- Progettazione delle strutture di calcestruzzo.

4 Caratteristiche dei materiali

CALCESTRUZZO

		C28/35			
Classe di resistenza calcestruzzo					
Caratteristiche del calcestruzzo					
resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	35	[MPa]		
resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	29.1	[MPa]		
resistenza cilindrica media	f_{cm}	37.1	[MPa]		
resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	2.8	[MPa]		
resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	f_{ctk}	2.0	[MPa]		
modulo elastico istantaneo	E_{cm}	32 588	[MPa]		
Resistenze di calcolo				COEFFICIENTI	
resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	16.5	[MPa]	γ_c	= 1.5
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.3	[MPa]	α_{cc}	= 0.85
coefficiente di espansione termica lineare	a	1.00E-05	[°C ⁻¹]		

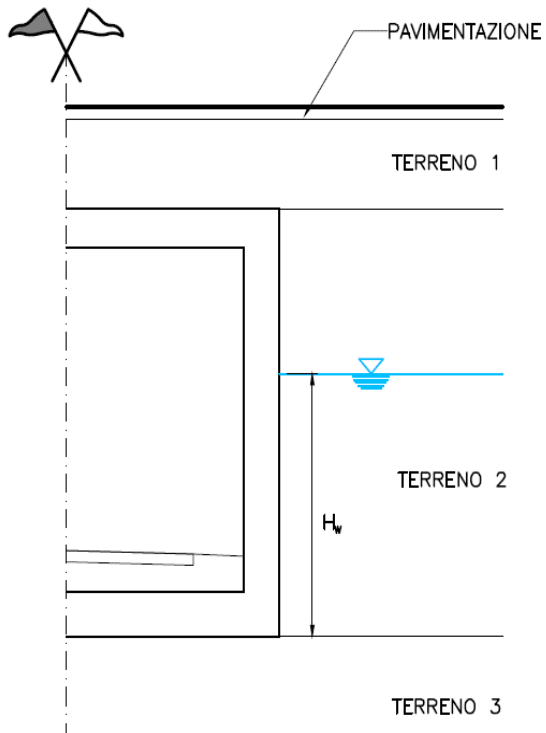
ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

		B450C			
Tipo di acciaio					
Caratteristiche del calcestruzzo					
tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	[MPa]		
tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540	[MPa]		
Resistenze di calcolo				COEFFICIENTI	
resistenza di progetto	f_{td}	391.3	[MPa]	γ_s	= 1.15
modulo elastico	E_s	206000	[MPa]		

Per il calcestruzzo armato si assume g_{sb} 25 kN/m³

5 Condizioni geotecniche

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO



Pavimentazione

Peso specifico	γ_p	20	kN/m^3
----------------	------------	----	-----------------

Falda Assente

Peso specifico	γ_w	10	kN/m^3
Quota falda	H_w	0	m

Terreno 1

		M1	M2	
Peso specifico	γ_{t1}	19	19	kN/m^3
Angolo di attrito	ϕ'_k	30	24.8	°
Coesione	c'	0	0	MPa

Terreno 2

		M1	M2	
Peso specifico	γ_{t2}	19	19	kN/m^3
Angolo di attrito	ϕ'_k	30	24.8	°
Coesione	c'	0	0	MPa

Terreno 3

		M1	M2	
Peso specifico	γ_{t3}	19	19	kN/m^3
Angolo di attrito	ϕ'_k	30	24.8	°
Coesione	c'	0	0	MPa
Cost. Sottofondo	k	50000		kN/m^3

6 Criteri di verifica

6.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Si è verificato che il valore di progetto degli effetti delle azioni, ovvero delle sollecitazioni, sia minore dei corrispondenti valori resistenti per le sezioni di progetto.

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008.

Per quanto riguarda le verifiche a taglio ultimo, si è fatto riferimento al paragrafo 4.1.2.1.3 "Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti" del D.M. 14 gennaio 2008.

6.2 Verifiche agli stati limite di esercizio

Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità crescente si distinguono i seguenti stati limite:

stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;

stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2}$$

stato limite di apertura delle fessure nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella tabella seguente:

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considera l'opera sottoposta a condizioni ordinarie.

Scelta degli stati limite di fessurazione

Nella tabella sottostante sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Stato limite di apertura delle fessure

Il valore caratteristico di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non deve superare i valori nominali w_1 , w_2 , w_3 secondo quanto riportato nella Tabella sopra riportata.

Il valore caratteristico di calcolo è data da:

$$w_d = 1,70 \cdot w_m$$

dove w_m rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure w_m è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$

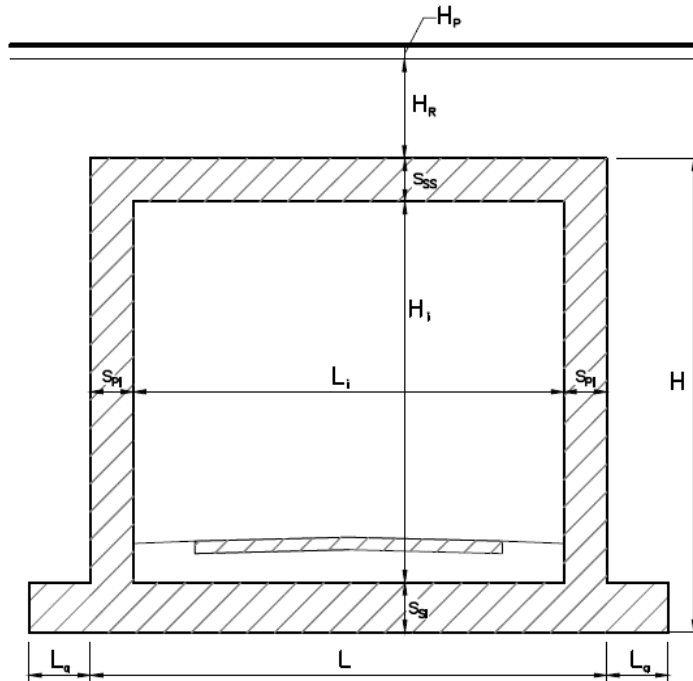
Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica. ε_{sm} può essere calcolato tenendo conto dell'effetto del "tension stiffening" nel rispetto della limitazione:

$$\varepsilon_{sm} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

con σ_s tensione nell'acciaio dell'armatura tesa (per sezione fessurata) nelle condizioni di carico considerate ed E_s è il modulo elastico dell'acciaio.

7 Geometria della struttura

GEOMETRIA



Spessore Soletta Superiore	S_{SS}	0.5 m
Spessore Soletta Inferiore	S_{SI}	0.5 m
Spessore Piedritti	S_{PI}	0.5 m
Larghezza totale	L	4 m
Altezza totale	H	3 m
Larghezza interna	L_i	3 m
Altezza Interna	H_i	2 m
Larghezza ali	L_e	0 m
Altezza Ricoprimento	H_R	5.25 m
Altezza Pavimentazione	H_P	0.1 m

8 Modello di calcolo

8.1 Programma di calcolo

L'analisi è stata effettuata per elementi finiti attraverso l'ausilio del programma di calcolo "SAP2000".

8.2 Modellazione Strutturale

Il modello di calcolo attraverso il quale è stata analizzata la struttura e schematizzato da un telaio rettangolare costituito da elementi monodimensionali; quelli che schematizzano la soletta di fondazione sono vincolati su un letto di molle alla Winkler agenti in direzione verticale ed orizzontale.

Per i coefficienti del sottosuolo sono stati adottati i seguenti valori

- $k_v = 25\,000 \text{ kN/m}^3$
- $k_h = 1/2 k_v$

8.3 Schema

Il modello è formato da 12 elementi monodimensionale a cui è assegnata la sezione specifica dell'elemento corrispondente

- Gli elementi 1,2,3,4 sono discretizzati in 12 sotto elementi durante il calcolo;
- Gli elementi 5,6,11,11 sono vincolati con delle molle con rigidezza k_v e k_n ;

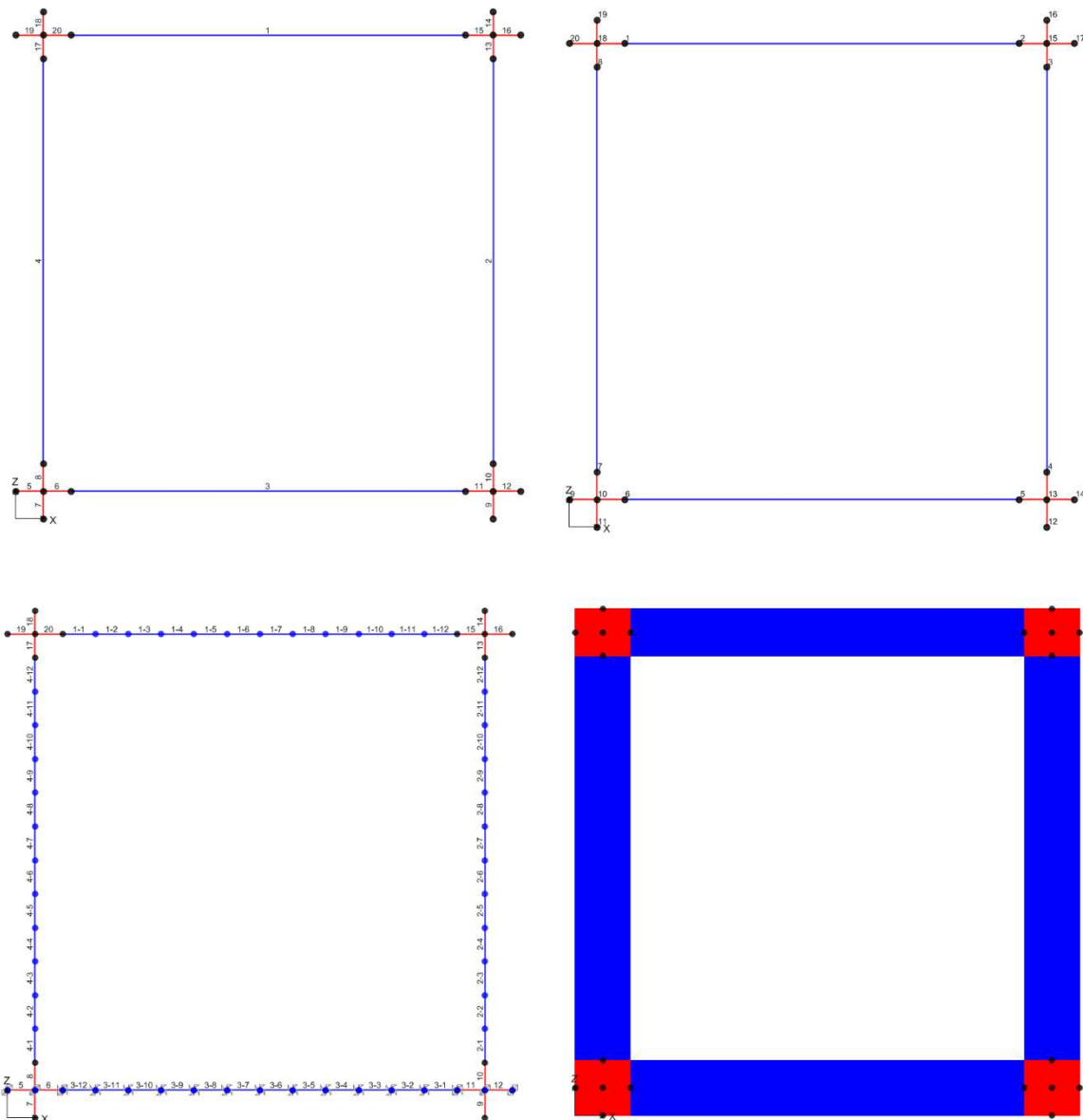


Figura 5: Schema modello di calcolo

9 Analisi dei carichi

9.1 Pesi propri strutturali

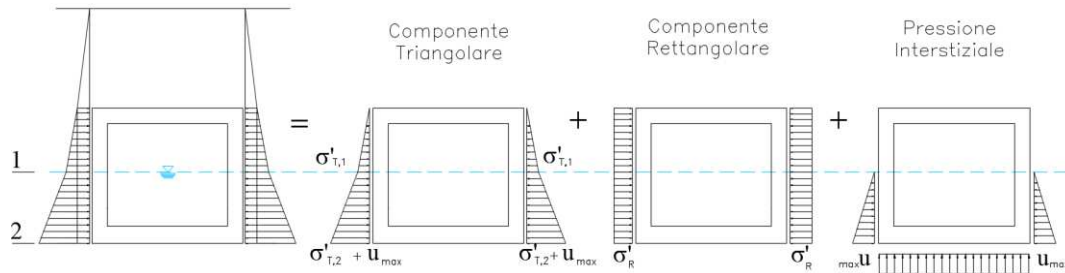
		H [m]		γ [kN/m ³]		[m]		[kN/m]
Soletta Superiore	PP _{SS}	0.5	X	25	X	1	=	12.5
Soletta Inferiore	PP _{SI}	0.5	X	25	X	1	=	12.5
Piedritto	PP _{PI}	0.5	X	25	X	1	=	12.5

9.2 Sovraccarichi permanenti portati

		H [m]		γ [kN/m ³]		[m]		[kN/m]
Terreno di ricoprimento	Q _{TER}	5.25	X	19	X	1	=	99.8
Pavimentazione	Q _{PAV}	0.1	X	20	X	1	=	2.0
Totale	Q _{G2}						=	101.8

9.3 Azioni provenienti dal terreno

La spinta è valutata sia in condizioni di quiete che in condizioni di equilibrio limite attivo. Si considera cautelativamente il più sfavorevole dei due effetti combinandoli tra loro.



pressione interstiziale

$$u_{max} = 0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Tensioni litostatiche verticali : componente Triangolare

$$\text{Tensione litostatica verticale efficace in "1"} \quad \sigma'_{T,1} = \gamma_{t2} \times (H_t - H_w) = 57.0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\text{Tensione litostatica verticale efficace in "2"} \quad \sigma'_{T,2} = \sigma'_{T,1} + \gamma'_{t2} \times H_w = 57.0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Nel caso in cui la falda non interagisce con lo scatolare il punto 1 coincide con il punto 2

Tensioni litostatiche verticali : componente Rettangolare

	γ [kN/m ³]	x	H _i [m]	= $\gamma' \times H$ [kN/m ²]
Falda	10		0.0	0.0
Pavimentazione	20		0.1	2.0
Terreno di ricoprimento	19		5.3	99.8
Tensione litostatica verticale efficace estradosso Soletta				$\sigma'_R = 101.8 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Coefficienti di spinta Terreno 1

		M1	M2	SLE
Deformazione orizzontale nulla	$k_{0,t1} = 1 - \text{sen}\varphi'$	0.50	0.58	0.50
Equilibrio limite attivo	$k_{a,t1} = (1 - \text{sen}\varphi') / (1 + \text{sen}\varphi')$	0.33	0.41	0.33

Coefficienti di spinta Terreno 2

		M1	M2	SLE
Deformazione orizzontale nulla	$k_{0,t2} = 1 - \text{sen}\varphi'$	0.50	0.58	0.50
Equilibrio limite attivo	$k_{a,t2} = (1 - \text{sen}\varphi') / (1 + \text{sen}\varphi')$	0.33	0.41	0.33

Tensioni totali orizzontali

$$\sigma_{sx}(k_0) = \sigma_{sx}(k_0) = k_{0,t1} \cdot \sigma'_R + k_{0,t2} \cdot \sigma'_T + u$$

$$\sigma_{sx}(k_a) = \sigma_{sx}(k_a) = k_{a,t1} \cdot \sigma'_R + k_{a,t2} \cdot \sigma'_T + u$$

$$\sigma_1 = \sigma_{sx}(k_0) + \sigma_{dx}(k_0) \quad \text{Condizioni di deformazione orizzontale nulla}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{sx}(k_a) + \sigma_{dx}(k_a) \quad \text{Condizione di equilibrio limite attivo}$$

$$\sigma_3 = \sigma_{sx}(k_0) + \sigma_{dx}(k_a) \quad \text{Condizione asimmetrica sx}$$

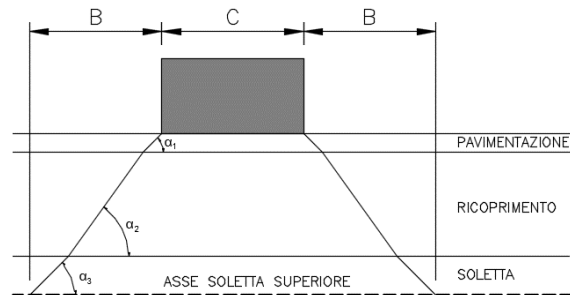
$$\sigma_4 = \sigma_{sx}(k_a) + \sigma_{dx}(k_0) \quad \text{Condizione asimmetrica dx}$$

$$\sigma_t = \text{involuppo} \{ \sigma_1 ; \sigma_2 ; \sigma_3 ; \sigma_4 \} \quad \text{Involuppo tensioni litostatiche orizzontali}$$

9.4 Azioni provenienti dai carichi mobili

AZIONI PROVENIENTI DAI CARICHI MOBILI

Si considera una diffusione dei carichi su una striscia di larghezza unitaria fino all'asse medio della soletta superiore dello scatolare, considerando la condizione più sfavorevole in detta striscia.



Diffusione

	$H_{dif,j}$ [m]	α [°C]	B_i [m]
Pavimentazione	0.10	45	0.10
Ricoprimento	5.25	30	3.03
spessore soletta superiore	0.25	45	0.25
			B_{dif} [m] 3.38

Schema di carico 1

Larghezza carreggiata		10.25	[m]
Larghezza corsia	w	3	[m]
Numero corsie	n	3	[]

	UDL [kN/m ²]	TS [kN]
Corsia 1	9	150
Corsia 2	2.5	100
Corsia 3	2.5	50

Diffusione carico "TANDEM SYSTEM"

Diffusione totale carico trasversale $B_{diff,TS}$ 7.16 [m]

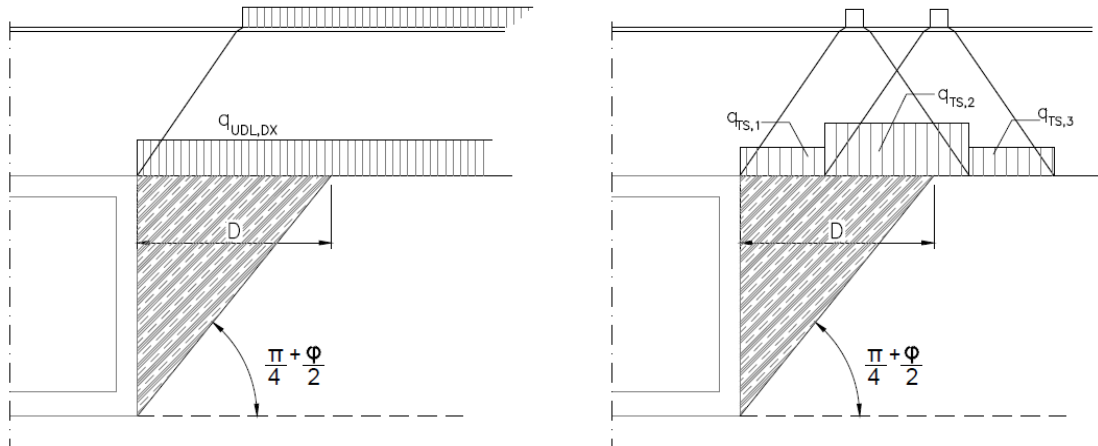
	Impronta		TS_{diff} [kN/m ²]	
Corsia 1	0.4	x	0.4	20.94
Corsia 2	0.4	x	0.4	13.96
Corsia 3	0.4	x	0.4	6.98

	TS(1)	TS(1)	TS(2)	TS(2)	TS(3)	TS(3)			
Sovrapposizione	20.94	20.94	13.96	13.96	6.98	0.00	1.16	[m]	
1[m] - Sovrapposizione	20.94	20.94	13.96	13.96	0.00	0.00	-0.16	[m]	
Carico Diffuso in senso trasversale						q_{TS}	=	77.92	[kN/m ²]

Carico Diffuso in senso Longitudinale

	q_{TS} [kN/m] B_L [m]	
q_{TS1}	10.88	1.20
q_{TS2}	21.76	5.96
q_{TS3}	10.88	1.20

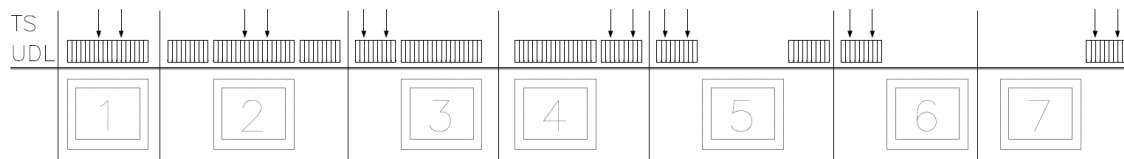
Diffusione carico su piedritti



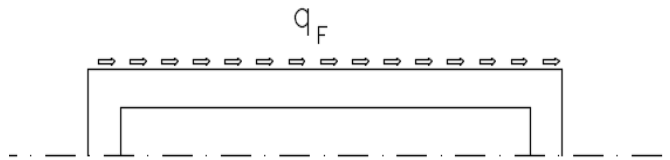
Angolo diffusione		60 °
Altezza piedritto		3.00 [m]
Larghezza di carico incidente su piedritto	D	1.73 [m]
Carico distribuito su piedritto da UDL	q_{UDL}	4.30 [kN/m]
Carico distribuito su piedritto da TS	q_{TS}	14.22 [kN/m]
Carico distribuito su piedritto da variabile	q_{var}	[kN/m]
Carico distribuito su piedritto totale	q_{tot}	18.52 [kN/m]

		M1	M2	SLE	
Tensioni su piedritto da carico UDL	$\sigma_{UDL} = q_{UDL} \times k_0 =$	2.15	2.50	2.15	[kN/m]
Tensioni su piedritto da carico TS	$\sigma_{TS} = q_{TS} \times k_0 =$	7.11	8.26	7.11	[kN/m]
Tensioni su piedritto da carico variabile	$\sigma_{var} = q_{var} \times k_0 =$	0.00	0.00	0.00	[kN/m]

Gli effetti dei carichi mobili sono valutati adottando i seguenti schemi

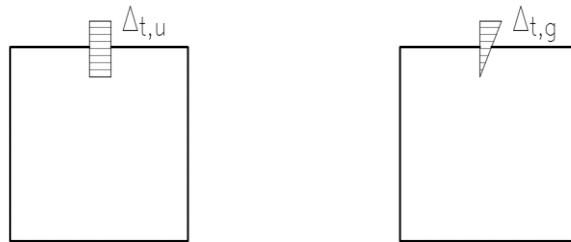


Frenatura NTC2008



Carico concentrato	Q_{1K}	300.0	[kN]
Carico distribuito	Q_{1K}	9.0	[kN/m ²]
Larghezza soletta superiore	L	4.0	[m]
Azione di frenatura	Q_3	370.8	[kN]
Larghezza diffusione	L_{dif}	3	[m]
Azione frenatura distribuita su soletta	$q_{fren} = q_3 / (L \times L_{dif})$	30.9	[kN/m]

9.5 Azioni da variazioni termiche e ritiro



Variazione termica uniforme	Δt_u	15	[°C]
Variazione termica differenziale	Δt_g	5	[°C/m]
Gradiente ritiro (UNI EN 1992-1-1)	Δt_u	8	[°C]

9.6 Azioni sismiche

CARATTERISTICHE SISMICHE

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

vita nominale	V_N	50	anni
Classe d'uso		IV	
coefficiente d'uso	C_U	2	
periodo di riferimento per l'azione sismica	V_R	100	anni
Stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV			
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%	
Periodo di ritorno dell'azione sismica	T_R	949.12	anni

PARAMETRI CHE DEFINISCONO L'AZIONE SISMICA

accelerazione orizzontale massima al sito	a_g	0.589	$[m/s^2]$
coefficiente di amplificazione spettrale massima	F_0	2.880	
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in T_C^*		0.371	[s]

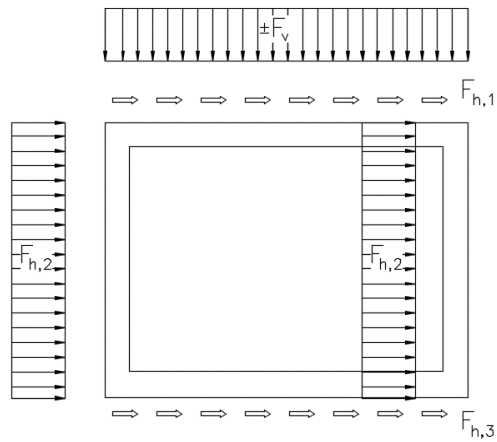
CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI STRATIGRAFICHE

Categoria di sottosuolo		C	
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1.50	
coefficiente di sottosuolo	C_C	1.46	
Categoria topografica		T1	
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1	
$S_S \times S_T$	S	1.50	
coefficiente di smorzamento viscoso	x	5%	
$\sqrt{10/(5+x)}$	h	1	

PARAMETRI DI ANALISI

accelerazione orizzontale massima al sito	a_{max}	0.883	$[m/s^2]$
fattore di struttura	q	1	
coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_m	1	
coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.090	
coefficiente sismico verticale	k_v	0.045	

FORZE SISMICHE INERZIALI



Forze di inerzia orizzontali

$$F_h = k_h \times W$$

Forze di inerzia verticali

$$F_v = k_v \times W$$

Sisma H

Coefficiente influenza G2

$$\alpha_{G2} = 1 \quad [-]$$

Forza orizzontale superiore

$$F_{h1} = (PP_{SS} + \alpha Q_{G2}) \cdot k_h = 10.28 \quad [\text{kN/m}]$$

Forza orizzontale piedritti

$$F_{h2} = (PP_{PI}) \cdot k_h = 1.13 \quad [\text{kN/m}]$$

Forza orizzontale inferiore

$$F_{h3} = (PP_{SI}) \cdot k_h = 1.13 \quad [\text{kN/m}]$$

Sisma V

Forza verticale superiore

$$F_v = \pm(PP_{SS} \times Q_{G2}) \cdot k_v = 5.14 \quad [\text{kN/m}]$$

Incremento sismico secondo il metodo di Wood

Spinta del terreno rettangolare

$$\Delta S_E = a_{\max}/g \times \gamma_{t2} \times H_{\text{tot}} = 5.13 \quad [\text{kN/m/m}]$$

10 Combinazioni di carico

Combinazione massima spinta terreno

Spinta terreno M1 = Spinta terreno SLE

Spinta Terreno	$\sigma_{R,sx}$	$\sigma_{R,dx}$	$\sigma_{T,sx}$	$\sigma_{T,dx}$	$\sigma_{w,sx}$	$\sigma_{w,dx}$
Spinta Terreno C1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1
Spinta Terreno C2	0.333	0.333	0.333	0.333	1	1
Spinta Terreno C3	0.5	0.333	0.5	0.333	1	1
Spinta Terreno C4	0.333	0.5	0.333	0.5	1	1

Spinta terreno M2

Spinta Terreno	$\sigma_{R,sx}$	$\sigma_{R,dx}$	$\sigma_{T,sx}$	$\sigma_{T,dx}$	$\sigma_{w,sx}$	$\sigma_{w,dx}$
Spinta Terreno C1	0.581	0.581	0.581	0.581	1	1
Spinta Terreno C2	0.409	0.409	0.409	0.409	1	1
Spinta Terreno C3	0.581	0.581	0.581	0.581	1	1
Spinta Terreno C4	0.409	0.409	0.409	0.409	1	1

I numeri in tabella rappresentano il prodotto tra i coefficienti di spinta e i coefficienti parziali sulle azioni

Combinazione massima Temperatura

Temperatura

Termica	T_u	T_d
Temp C1	1	0
Temp C2	-1	0
Temp C3	0	1
Temp C4	0	-1

Combinazione di verifica

SLU A1-M1	Pesi propri	Permanenti portati	Ritiro	Spinta terreno "M1"	Mobili sinistra "M1"	Mobili centro	Mobili destra "M1"	Frenatura	Temp.
SLU 1	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLU 2	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	1.35	0.00	0.00	0.72
SLU 3	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.72
SLU 4	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.72
SLU 5	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	1.35	1.35	0.00	0.72
SLU 6	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	0.00	1.35	0.00	0.72
SLU 7	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.72
SLU 8	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.72

SLU 9	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	1.01	0.00	1.35	0.72
SLU 10	1.35	1.35	1.20	1.35	1.01	1.01	1.01	1.35	0.72
SLU 11	1.35	1.35	1.20	1.35	1.01	1.01	0.00	1.35	0.72
SLU 12	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	1.01	1.01	1.35	0.72
SLU 13	1.35	1.35	1.20	1.35	1.01	0.00	1.01	1.35	0.72
SLU 14	1.35	1.35	1.20	1.35	1.01	0.00	0.00	1.35	0.72
SLU 15	1.35	1.35	1.20	1.35	0.00	0.00	1.01	1.35	0.72
SLU 16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.72
SLU 17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	0.00	0.72
SLU 18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.72
SLU 19	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.72
SLU 20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	0.00	1.35	0.00	0.72
SLU 21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.72
SLU 22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.72
SLU 23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.01	0.00	1.35	0.72
SLU 24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.35	0.72
SLU 25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	0.00	1.35	0.72
SLU 26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.01	1.01	1.35	0.72
SLU 27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.00	1.01	1.35	0.72
SLU 28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.00	0.00	1.35	0.72
SLU 29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.01	1.35	0.72

<i>SLU A2-M2</i>	Pesi propri	Permanenti portati	Ritiro	Spinta terreno "M2"	Mobili sinistra "M2"	Mobili centro	Mobili destra "M2"	Frenatura	Temp.
SLU 30	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLU 31	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.60
SLU 32	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	1.15	0.00	0.60
SLU 33	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	0.00	0.00	0.60
SLU 34	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	1.15	1.15	0.00	0.60
SLU 35	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	0.00	1.15	0.00	0.60
SLU 36	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.60
SLU 37	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.60
SLU 38	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	0.86	0.00	1.35	0.60
SLU 39	1.00	1.30	1.00	1.00	0.86	0.86	0.86	1.35	0.60
SLU 40	1.00	1.30	1.00	1.00	0.86	0.86	0.00	1.35	0.60
SLU 41	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	0.86	0.86	1.35	0.60
SLU 42	1.00	1.30	1.00	1.00	0.86	0.00	0.86	1.35	0.60
SLU 43	1.00	1.30	1.00	1.00	0.86	0.00	0.00	1.35	0.60
SLU 44	1.00	1.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.86	1.35	0.60
SLU 45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.60
SLU 46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15	1.15	1.15	0.00	0.60
SLU 47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15	1.15	0.00	0.00	0.60
SLU 48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.15	1.15	0.00	0.60
SLU 49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15	0.00	1.15	0.00	0.60
SLU 50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.60
SLU 51	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.60
SLU 52	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.86	0.00	1.35	0.60

SLU 53	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.86	0.86	1.35	0.60
SLU 54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.86	0.00	1.35	0.60
SLU 55	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.86	0.86	1.35	0.60
SLU 56	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.00	0.86	1.35	0.60
SLU 57	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.00	0.00	1.35	0.60
SLU 58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.86	1.35	0.60

<i>SISMICA/M2</i>	Pesi propri	Permanenti portati	Ritiro	Spinta terreno	Mobili sinistra	Mobili centro	Mobili destra	Frenatura	Temp.	Sisma orizzontale	Sisma verticale
SLU 59	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.30
SLU 60	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	-0.30

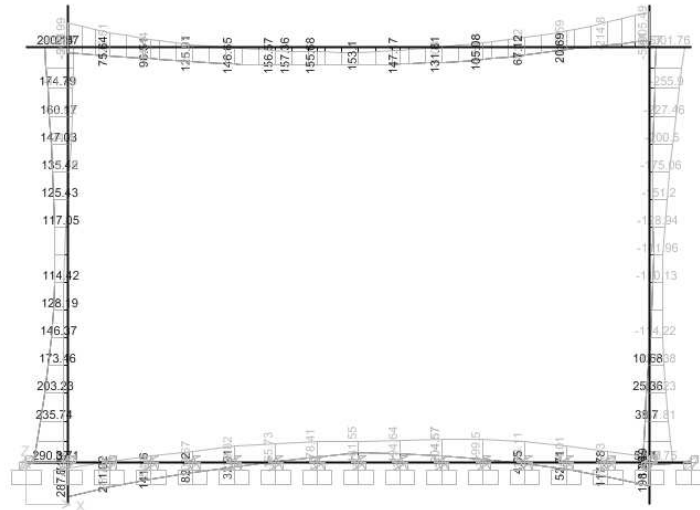
<i>FREQ</i>	Pesi propri	Permanenti portati	Ritiro	Spinta terreno	Mobili sinistra	Mobili centro	Mobili destra	Frenatura	Temp.
SLE 1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.50
SLE 2	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.50
SLE 3	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.50
SLE 4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.50
SLE 5	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.50
SLE 6	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.50
SLE 7	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.50
SLE 8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60

<i>QUASI PERMANENTE</i>	Pesi propri	Permanenti portati	Ritiro	Spinta terreno	Mobili sinistra	Mobili centro	Mobili destra	Frenatura	distorsioni
SLE 9	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50

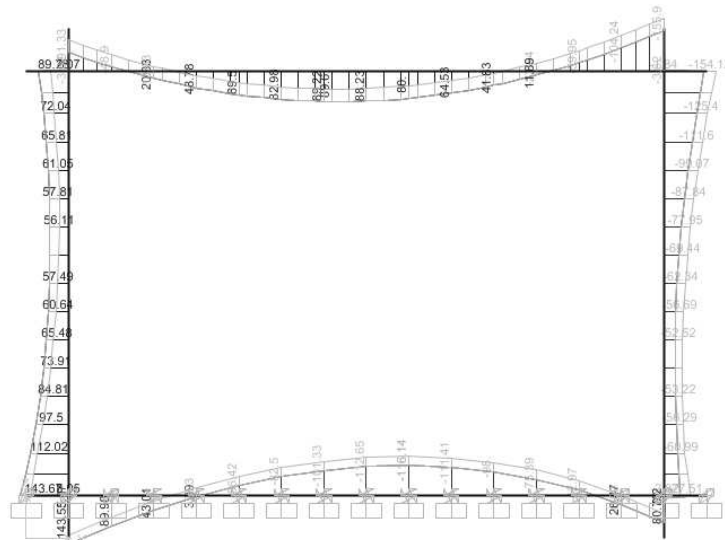
11 Sollecitazioni di calcolo

11.1 Stato Limite Ultimo

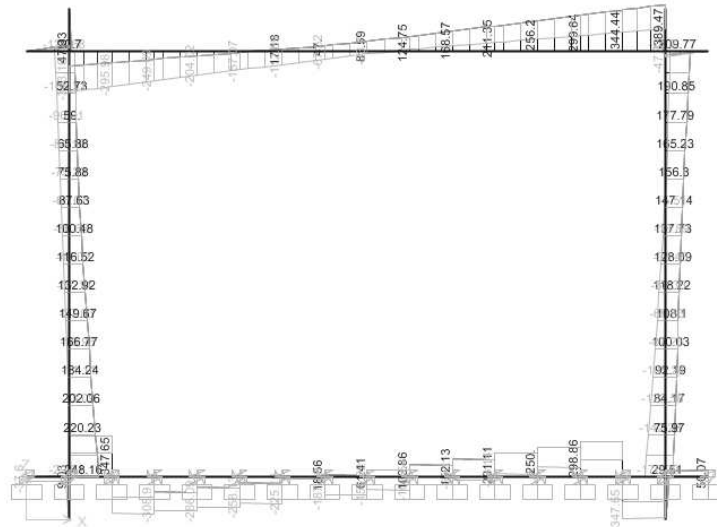
Moment 3-3 Diagram (SLU_INVILUPPO_M1)



Moment 3-3 Diagram (SLU_SISMICA)

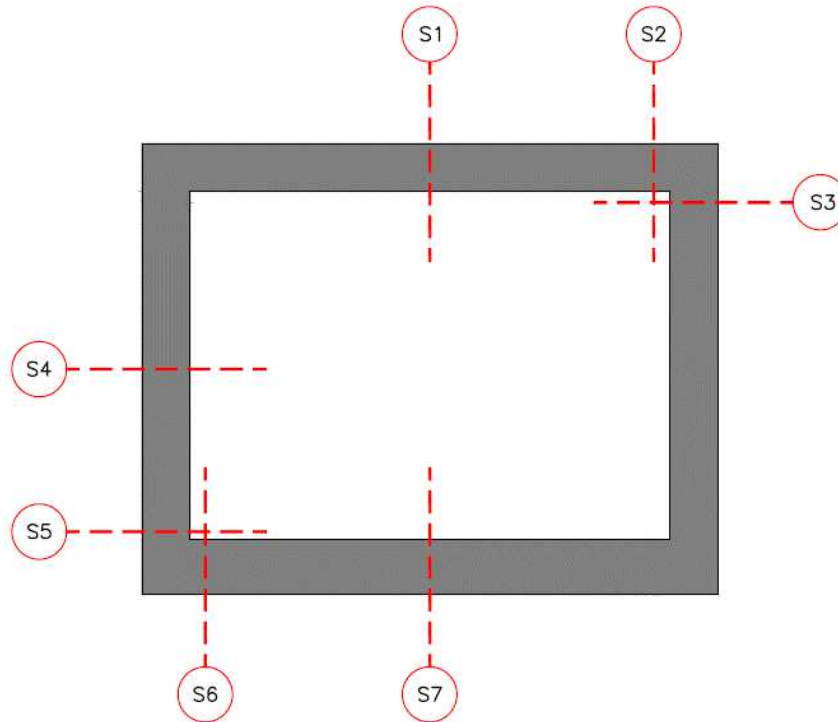


Shear Force 2-2 Diagram (SLU_INVILUPPO_M1)



11.3 Sezioni di verifica

Sezioni di verifica



Sollecitazioni

Sollecitazioni SLE-FREQ					Sollecitazioni SLU-QP			
	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]
S1 (M _{max})	SLE 1	103.6	-66.2	6.2	SLE 9	87.6	-67.9	0.0
S2 (M _{min})	SLE 2	-83.1	-120.3	-200.9	SLE 9	-75.5	-115.4	-171.4
S2 (M _{max})	SLE 6	-36.6	-74.0	-167.8	SLE 9	-41.0	-67.9	-171.4
S3 (M _{max})	SLE 1	-111.4	-274.0	44.5	SLE 9	-97.7	-234.7	46.2
S3 (N _{min})	SLE 7	-65.9	-231.2	86.5	SLE 9	60.2	-247.2	3.2
S4 (M _{max})	SLE 1	73.1	-253.5	4.9	SLE 9	36.7	-247.2	-14.3
S4 (M _{min})	SLE 7	-56.5	-243.7	-9.3	SLE 9	85.5	-259.7	83.8
S4 (N _{min})	SLE 7	-33.0	-243.7	8.2	SLE 9	57.2	-74.8	177.2
S5 (M _{max})	SLE 1	98.1	-266.0	85.5	SLE 9	-112.0	-128.2	17.0
S5 (N _{min})	SLE 7	-74.3	-256.2	-57.6				
S6 (M _{max})	SLE 3	50.5	-72.5	179.0				
S7 (M _{max})	SLE 1	-127.6	-129.9	15.9				

Sollecitazioni SLU-A1M1

	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]
S1 (M _{max})	SLU 2	153.1	-68.3	22.6
S1 (T _{max})	SLU 9	145.9	-69.1	81.6
S2 (M _{min})	SLU 10	-214.8	-204.4	287.9
S2 (M _{max})	SLU 28	75.6	4.8	-97.1
S2 (T _{max})	SLU 9	-128.0	-131.7	344.4
S3 (M _{max})	SLU 9	-255.9	-443.0	128.6
S3 (N _{min})	SLU 28	23.2	-160.4	48.1
S3 (T _{max})	SLU 13	-168.2	-370.4	190.9
S4 (M _{max})	SLU 2	112.0	-333.7	29.1
S4 (M _{min})	SLU 22	-62.2	-250.2	-30.9
S4 (N _{min})	SLU 28	59.8	-172.9	111.9
S4 (T _{max})	SLU 11	-62.5	-397.0	128.1
S5 (M _{max})	SLU 9	235.7	-286.0	206.1
S5 (N _{min})	SLU 28	192.3	-185.4	191.2
S5 (T _{max})	SLU 14	226.2	-273.4	220.2
S6 (M _{max})	SLU 11	211.0	-147.5	-258.7
S6 (T _{max})	SLU 10	112.71	-221.29	-304.69
S7 (M _{max})	SLU 9	-204.6	-128.2	9.6
S7 (T _{max})	SLU 14	-152.4	-152.8	-103.3

Sollecitazioni SLU-A2M2

	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]
SLU 31		140.1	-64.1	9.6
SLU 38		133.9	-64.8	69.0
SLU 39		-189.1	-185.7	284.2
SLU 57		59.6	-10.6	-105.5
SLU 38		-139.8	-127.3	312.9
SLU 38		-223.9	-402.7	126.4
SLU 57		6.5	-168.9	36.7
SLU 42		-181.8	-360.7	177.5
SLU 31		101.4	-317.9	7.1
SLU 51		-55.8	-241.8	-14.2
SLU 57		53.3	-181.4	95.3
SLU 40		-61.4	-381.5	106.9
SLU 38		201.1	-266.2	170.4
SLU 57		174.3	-193.9	185.2
SLU 57		174.3	-193.9	185.2
SLU 40		177.0	-146.5	-245.7
SLU 39		135.8	-192.1	-269.8
SLU 38		-179.4	-105.3	21.4
SLU 57		-112.9	-130.8	-83.7

Sollecitazioni SLU-SISMICA

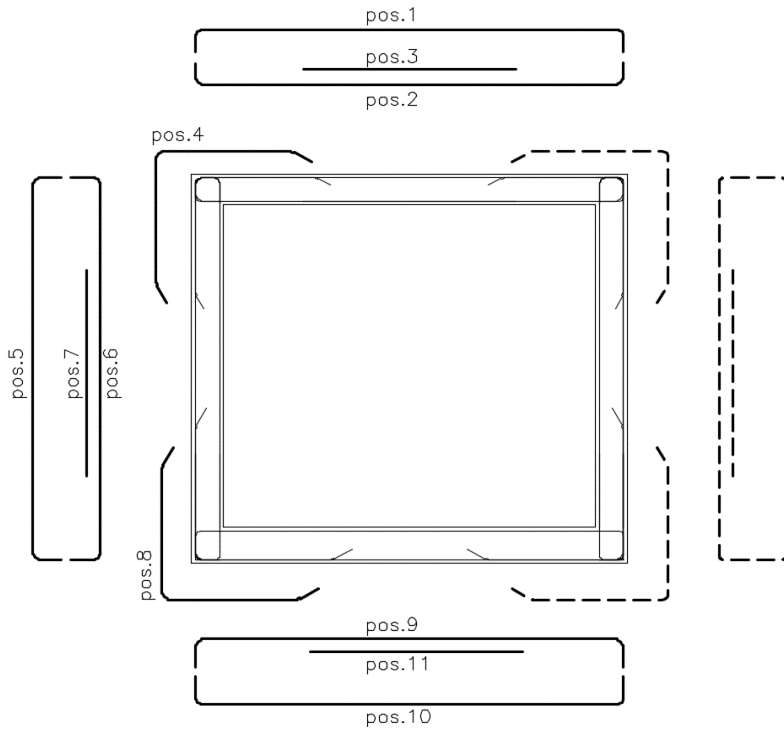
	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]
S1 (M _{max})	SLU 59	88.2	-71.8	18.4
S1 (T _{max})	SLU 59	88.2	-71.8	18.4
S2 (M _{min})	SLU 59	-104.2	-134.7	192.1
S2 (M _{max})	SLU 60	-68.8	-87.2	187.5
S2 (T _{max})	SLU 59	-69.7	-87.2	192.1
S3 (M _{max})	SLU 59	-125.4	-256.3	71.2
S3 (N _{min})	SLU 60	69.9	-213.2	-26.3
S3 (T _{max})	SLU 59	-99.3	-256.3	109.5
S4 (M _{max})	SLU 59	-38.8	-268.8	40.4
S4 (M _{min})	SLU 60	-60.3	-262.6	22.8
S4 (N _{min})	SLU 60	55.4	-225.7	29.4
S4 (T _{max})	SLU 59	-38.8	-268.8	40.4
S5 (M _{max})	SLU 59	112.0	-244.4	116.2
S5 (N _{min})	SLU 60	110.0	-238.2	116.2
S5 (T _{max})	SLU 60	110.0	-238.2	116.2
S6 (M _{max})	SLU 59	90.0	-100.3	-185.2
S6 (T _{max})	SLU 59	63.373	-153.8	-187.0
S7 (M _{max})	SLU 59	-116.1	-126.0	20.5
S7 (T _{max})	SLU 60	-110.2	-129.9	-12.8

Sollecitazioni SLU

	Comb	M _{ed} [kNm]	N _{ed} [kN]	V _{ed} [kN]
SLU 2		153.1	-68.3	22.6
SLU 9		145.9	-69.1	81.6
SLU 10		-214.8	-204.4	287.9
SLU 28		75.6	4.8	-97.1
SLU 9		-128.0	-131.7	344.4
SLU 9		-255.9	-443.0	128.6
SLU 60		69.9	-213.2	-26.3
SLU 13		-168.2	-370.4	190.9
SLU 2		112.0	-333.7	29.1
SLU 22		-62.2	-250.2	-30.9
SLU 60		55.4	-225.7	29.4
SLU 11		-62.5	-397.0	128.1
SLU 9		235.7	-286.0	206.1
SLU 60		110.0	-238.2	116.2
SLU 14		226.2	-273.4	220.2
SLU 11		211.0	-147.5	-258.7
SLU 10		112.7	-221.3	-304.7
SLU 9		-204.6	-128.2	9.6
SLU 14		-152.4	-152.8	-103.3

12 Verifiche

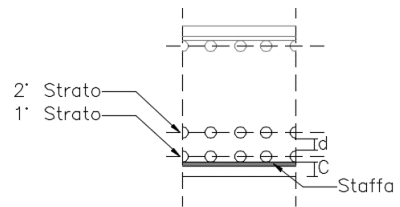
Schema armature



	Copriferro C[mm]	Staffa ϕ [mm]	d[mm]
Soletta superiore	40	10	20
Soletta inferiore	40	10	20
Piedritti	40	10	20

Armatura

pos	Strato 1		+	Strato 2		in 2°strato
	n°/ml	ϕ [mm]		n°/ml	ϕ [mm]	
1	5	20	+	0	0	NO
2	5	20	+	0	0	NO
3	2.5	16	+	0	0	NO
4	2.5	16	+	0	0	NO
5	5	20	+	0	0	NO
6	5	20	+	0	0	NO
7	0	0	+	0	0	NO
8	2.5	16	+	0	0	NO
9	5	20	+	0	0	NO
10	5	20	+	0	0	NO
11	2.5	16	+	0	0	NO



SLU - Verifica a pressoflessione

b_w	Larghezza sezione
h_{sez}	Altezza sezione
$A'_{s,tesa}$	Area armatura tesa
d	Altezza utile sezione
$A'_{s,comp}$	Area armatura compressa
N_{ed}	Sforzo normale
M_{ed}	Momento flettente
M_{rd}	Momento Resistente

	b_w	h_{sez}	$A'_{s,tesa}$	d	$A'_{s,comp}$	N_{ed}	M_{ed}	M_{rd}	M_{ed}/M_{rd}	
	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm]	[mm ²]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]	
S1 (Mmax)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	0.0	153.1	336.7	0.45	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmin)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	0.0	214.8	336.7	0.64	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmax)	1000	500	1570.8	440.0	1570.8	0.0	75.6	260.7	0.29	Verifica Soddisfatta
S3 (Mmax)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	443.0	255.9	421.7	0.61	Verifica Soddisfatta
S3 (Nmin)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	213.2	69.9	378.0	0.19	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmax)	1000	500	1570.8	440.0	1570.8	333.7	112.0	325.5	0.34	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmin)	1000	500	1570.8	440.0	1570.8	250.2	62.2	309.4	0.20	Verifica Soddisfatta
S4 (Nmin)	1000	500	1570.8	440.0	1570.8	225.7	55.4	304.6	0.18	Verifica Soddisfatta
S5 (Mmax)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	286.0	235.7	391.9	0.60	Verifica Soddisfatta
S5 (Nmin)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	238.2	110.0	382.8	0.29	Verifica Soddisfatta
S6 (Mmax)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	0.0	211.0	336.7	0.63	Verifica Soddisfatta
S7 (Mmax)	1000	500	2073.5	440.5	1570.8	0.0	204.6	336.7	0.61	Verifica Soddisfatta

SLU - Verifica a Taglio

ρ_l	Rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	$1+(200/d)^{1/2} \leq 2$
v_{min}	$0.035k^{3/2}f_{ck}$
σ_{cp}	Tensione media di compressione nella sezione
f_{ck}	Resistenza caratteristica cilindrica
f_{cd}	Resistenza di calcolo a compressione
f'_{cd}	Resistenza a compressione del cls ridotta
f_{yd}	Resistenza di progetto acciaio
$n^\circ\phi$	Numero armature trasversali
ϕ_d	Diametro armature trasversali
s	Interasse armature trasversali
A_{sw}	Area dell'armatura trasversale
α	Angolo di inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave
α_C	Coefficiente maggiorativo in elementi compressi
θ	Angolo di inclinazione puntone compresso rispetto asse trave
v_1	Coefficiente di riduzione resistenza a compressione cls
V_{Rsd}	Resistenza a taglio trazione
V_{Rcd}	Resistenza a taglio compressione
V_{ed}	Sfozo di taglio
V_{rd}	Resistenza a taglio

Senza elementi trasversali resistenti a taglio

	ρ_l	k	v_{min} [MPa]	σ_{cp} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	V_{ed} [kN]	V_{rd} [kN]	V_{ed}/V_{rd} [-]	
S1 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.0	29.1	16.5	81.6	211.6	0.39	Verifica Soddisfatta
S2 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.0	29.1	16.5	344.4	211.6	1.63	Inserire Armatura a Taglio
S3 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.9	29.1	16.5	190.9	270.1	0.71	Verifica Soddisfatta
S4 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.7	29.1	16.5	128.1	236.8	0.54	Verifica Soddisfatta
S5 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.6	29.1	16.5	220.2	249.4	0.88	Verifica Soddisfatta
S6 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.0	29.1	16.5	304.7	211.6	1.44	Inserire Armatura a Taglio
S7 (Tmax)	0.0	1.7	0.4	0.0	29.1	16.5	103.3	211.6	0.49	Verifica Soddisfatta

Con elementi trasversali resistenti a taglio

	$n^\circ\phi$ [-]	ϕ_d [mm]	s [mm]	A_{sw} [mm ²]	α [°]	α_C [-]	v_1 [-]	f'_{cd} [MPa]	f_{yd} [MPa]	θ [°]	$\cot\theta$ [-]
S2 (Tmax)	2.5	10	200	196.35	90.00	1.00	0.50	8.23	391.30	12.48	2.50
S5 (Tmax)	2.5	10	200	196.35	90.00	1.03	0.50	8.23	391.30	12.48	2.50
S6 (Tmax)	2.5	10	200	196.35	90.00	1.00	0.50	8.23	391.30	12.48	2.50

	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{ed} [kN]	V_{rd} [kN]	V_{ed}/V_{rd} [-]	
S2 (Tmax)	380.7	1125.2	344.4	380.7	0.90	Verifica Soddisfatta
S5 (Tmax)	380.7	1164.3	220.2	380.7	0.58	Verifica Soddisfatta
S6 (Tmax)	380.7	1125.2	304.7	380.7	0.80	Verifica Soddisfatta

SLE - Verifica a fessurazione limite

c	Ricoprimento armatura
s	Interasse barre tese
ϕ_{eq}	Diametro equivalente barre tese
k_1	Coefficiente di aderenza del cls alla barra
k_2	Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni
k_3	3.4
k_4	0.425
A_s	Area della sezione di acciaio nell'area $A_{c,eff}$
$h_{c,eff}$	Altezza efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura
$A_{c,eff}$	Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura
ρ_{eff}	$A_s/A_{c,eff}$
$\Delta_{s,max}$	distanza media tra le fessure
σ_s	Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
α_e	rapporto E_s/E_{cm}
k_t	Fattore dipendente dalla durata del carico
ϵ_{eq}	Deformazione unitaria media delle barre d'armatura
N	Sforzo normale
M	Momento flettente
w_d	Valore di calcolo dell'apertura delle fessure
w_{max}	Valore limite di apertura delle fessure

Criteria

Condizioni Ambientali	Ordinarie
Armatura	Poco Sensibile

Stato limite di verifica

Combinazione frequente :	<i>Stato limite di apertura delle fessure</i>	w3	0.4	[mm]
Combinazione quasi permanente :	<i>Stato limite di apertura delle fessure</i>	w2	0.3	[mm]

SLE - Verifica a fessurazione (Stato limite di apertura delle fessure) - Combinazione Frequente

	c	s	ϕ_{eq}	k_1	k_2	k_3	k_4	A_s	$h_{c,eff}$	$A_{c,eff}$	ρ_{eff}	$\Delta_{s,max}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm ²]	[-]	[mm]
S1 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.2	124159	0.02	321
S2 (Mmin)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.2	124159	0.02	321
S2 (Mmax)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	128.9	128851	0.01	415
S3 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	121.5	121480	0.02	317
S3 (Nmin)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	118.4	118423	0.02	313
S4 (Mmax)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	123.1	123149	0.01	403
S4 (Mmin)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	119.5	119464	0.01	395
S4 (Nmin)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	101.1	101088	0.02	355
S5 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	120.9	120868	0.02	317
S5 (Nmin)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	118.6	118639	0.02	313
S6 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.2	124159	0.02	321
S7 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.2	124159	0.02	321

	$0.6 s_s / E_t$	σ_s	α_e	k_t	ϵ_{eq}
	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[-]
S1 (Mmax)	0.0004	126.4	6.32	0.6	0.0004
S2 (Mmin)	0.0003	101.4	6.32	0.6	0.0003
S2 (Mmax)	0.0002	58.5	6.32	0.6	0.0002
S3 (Mmax)	0.0002	76.8	6.32	0.6	0.0002
S3 (Nmin)	1E-04	32.8	6.32	0.6	1E-04
S4 (Mmax)	0.0001	46.0	6.32	0.6	0.0001
S4 (Mmin)	0.0	25.5	6.32	0.6	7E-05
S4 (Nmin)	8E-06	2.8	6.32	0.6	8E-06
S5 (Mmax)	0.0002	62.9	6.32	0.6	0.0002
S5 (Nmin)	0.0001	37.7	6.32	0.6	0.0001
S6 (Mmax)	0.0002	61.7	6.32	0.6	0.0002
S7 (Mmax)	0.0005	155.7	6.32	0.6	0.0005

Combinazione: Frequente

	N_{ed}	M_{ed}	w_d	w_{max}	w_d/w_{max}	
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]	
S1 (Mmax)	0.0	103.6	0.12	0.4	0.30	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmin)	0.0	83.1	0.09	0.4	0.24	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmax)	0.0	36.6	0.07	0.4	0.18	Verifica Soddisfatta
S3 (Mmax)	274.0	111.4	0.07	0.4	0.18	Verifica Soddisfatta
S3 (Nmin)	231.2	65.9	0.03	0.4	0.07	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmax)	253.5	73.1	0.05	0.4	0.13	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmin)	243.7	56.5	0.03	0.4	0.07	Verifica Soddisfatta
S4 (Nmin)	243.7	33.0	0.00	0.4	0.01	Verifica Soddisfatta
S5 (Mmax)	266.0	98.1	0.06	0.4	0.15	Verifica Soddisfatta
S5 (Nmin)	256.2	74.3	0.03	0.4	0.09	Verifica Soddisfatta
S6 (Mmax)	0.0	50.5	0.06	0.4	0.14	Verifica Soddisfatta
S7 (Mmax)	0.0	127.6	0.15	0.4	0.36	Verifica Soddisfatta

SLE - Verifica a fessurazione (Stato limite di apertura delle fessure) - Combinazione Quasi Permanente

	c	s	ϕ_{eq}	k_1	k_2	k_3	k_4	A_s	$h_{c,eff}$	$A_{c,eff}$	ρ_{eff}	$\Delta_{s,max}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm ²]	[-]	[mm]
S1 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.16	124159	0.02	321.5
S2 (Mmin)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.16	124159	0.02	321.5
S2 (Mmax)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	128.85	128851	0.01	414.9
S3 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	121.48	121480	0.02	317.5
S4 (Mmax)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	123.15	123149	0.01	402.6
S4 (Mmin)	40	200	20	0.8	0.5	3.4	0.425	1570.8	119.46	119464	0.01	394.6
S5 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	120.87	120868	0.02	316.6
S6 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.16	124159	0.02	321.5
S7 (Mmax)	40	200	18.222	0.8	0.5	3.4	0.425	2073.5	124.16	124159	0.02	321.5

	$0.6 s_s / E_s$	σ_s	α_e	k_t	ϵ_{eq}
	[-]	[MPa]	[-]	[-]	[-]
S1 (Mmax)	0.0003	106.9	6.32	0.6	0.0003
S2 (Mmin)	0.0003	92.2	6.32	0.6	0.0003
S2 (Mmax)	0.0002	65.4	6.32	0.6	0.0002
S3 (Mmax)	0.0002	68.4	6.32	0.6	0.0002
S4 (Mmax)	9E-05	29.6	6.32	0.6	9E-05
S4 (Mmin)	1E-05	4.8	6.32	0.6	1E-05
S5 (Mmax)	0.0001	49.7	6.32	0.6	0.0001
S6 (Mmax)	0.0002	69.8	6.32	0.6	0.0002
S7 (Mmax)	0.0004	136.7	6.32	0.6	0.0004

Combinazione: Quasi permanente

	N_{ed}	M_{ed}	w_d	w_{max}	w_d/w_{max}	
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]	
S1 (Mmax)	0.0	87.6	0.10	0.3	0.33	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmin)	0.0	75.5	0.09	0.3	0.29	Verifica Soddisfatta
S2 (Mmax)	0.0	41.0	0.08	0.3	0.26	Verifica Soddisfatta
S3 (Mmax)	234.7	97.7	0.06	0.3	0.21	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmax)	247.2	60.2	0.03	0.3	0.12	Verifica Soddisfatta
S4 (Mmin)	247.2	36.7	0.01	0.3	0.02	Verifica Soddisfatta
S5 (Mmax)	259.7	85.5	0.05	0.3	0.15	Verifica Soddisfatta
S6 (Mmax)	0.0	57.2	0.07	0.3	0.22	Verifica Soddisfatta
S7 (Mmax)	0.0	112.0	0.13	0.3	0.43	Verifica Soddisfatta

13 Appendice

