

PNC - PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009-2016, Sub-misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale"

S.S. 502 - S.S. 78 - Belforte del Chienti - Sarnano - Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni. 2° Stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001

PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA ED ESECUZIONE LAVORI

cod. **PSL10/22**

PROGETTO DEFINITIVO

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Franco BRAGA
Ordine Ingegneri di Roma n. 7072/A

GEOLOGO:

Dott. Geol. Andrea RONDINARA
Albo regionale del Lazio n. 921

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Davide TALIA
Ordine Ingegneri di Roma n. 29001/B

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Marco MANCINA

PROTOCOLLO

DATA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE:

Mandataria



Mandanti



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI:

Mandataria



Mandanti



Dott. Geol.
Andrea
Rondinara

Prestatore del servizio di PMA



OPERE D'ARTE MINORI

TM.01 Tombino scatolare
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T01OS04STRRE01A

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CODICE ELAB.

T01 TM01 STRRE01

A

-

A

Emissione

Settembre 2023

Mecca

Petrosino

Braga

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

S.S. 502 – S.S. 78 Belforte del Chienti – Sarnano – Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento intersezioni – 2° stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001 CIG 95039446B1

PROGETTO DEFINITIVO**Relazione di calcolo OS.10 – TM01**

1	PREMESSA	4
	1.1 Geometria.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI	7
	3.1 Calcestruzzo per magrone	7
	3.2 Calcestruzzo per fondazione ed elevazione	7
	3.3 Acciaio B450C	8
	3.4 Valori limiti tensionali allo SLE	8
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	9
	4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro.....	9
	4.2 Interazione terreno-struttura.....	9
5	ANALISI DEI CARICHI.....	10
	5.1 Pesi propri.....	10
	5.2 Azioni permanenti	10
	5.3 Pavimentazione stradale.....	10
	5.4 Spinta del terreno.....	10
	5.5 Spinta in presenza di falda.....	11
	5.6 Azioni variabili da traffico	11
	5.6.1 Effetti dinamici	11
	5.6.2 Ripartizione dei carichi concentrati tandem	12
	5.6.3 Posizione dei carichi stradali.....	13
	5.6.4 Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali	14
	5.7 Ritiro differenziale della soletta di copertura.....	15
	5.8 Azione Termica.....	17
	5.9 Azione Sismica	17
	5.10 Sovrappinta sismica.....	19
	5.11 Azione sismica inerziale.....	19
6	COMBINAZIONI DI CARICO.....	20
	6.1.1 Elenco combinazioni.....	23
7	MODELLO DI CALCOLO.....	42
	7.1.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo	42
	7.1.2 Affidabilità del codice di calcolo.....	43
8	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	44
9	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO.....	52
	9.1.1 Sezione 1 – Soletta Superiore.....	52
	9.1.2 Sezione 2 – Soletta Superiore (mezzeria)	58
	9.1.3 Sezione 3 – Soletta Inferiore	62
	9.1.4 Sezione 4 – Soletta Inferiore (mezzeria)	67
	9.1.5 Sezione 5 – Piedritto	71

10	ARMATURA DI RIPARTIZIONE DELLO SCATOLARE.....	76
11	INCIDENZA ARMATURE.....	77
12	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	78

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto in esame, è prevista la realizzazione di n. 01 tombini scatoari con funzione idrauliche.

L'opera, individuata nell'elenco delle WBS con i Codd. TM01 è realizzata in c.a. ed hanno le seguenti caratteristiche:

- dimensioni interne pari a 2x2 m.

Nei paragrafi che seguono si riportano le verifiche strutturali dell'opera.

1.1 Geometria

La sezione trasversale retta degli scatoari ha una larghezza interna di $L_{int} = 2.0$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.30$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.30$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.30$ m. Il ricoprimento, compreso tra soletta superiore e l'intradosso della pavimentazione stradale (pacchetto stradale pari a 0.20 m), è pari ad 2.90 m.

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	2.60	[m]
Larghezza esterna	2.60	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.30	[m]
Spessore piedritto destro	0.30	[m]
Spessore fondazione	0.30	[m]
Spessore traverso	0.30	[m]

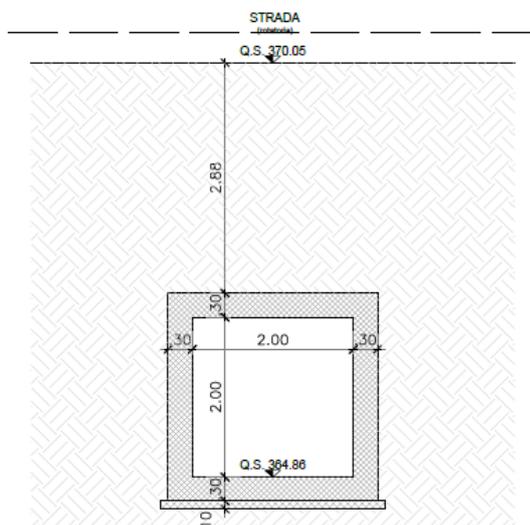


Figura 1 – Sezione Trasversale

PROGETTO DEFINITIVO

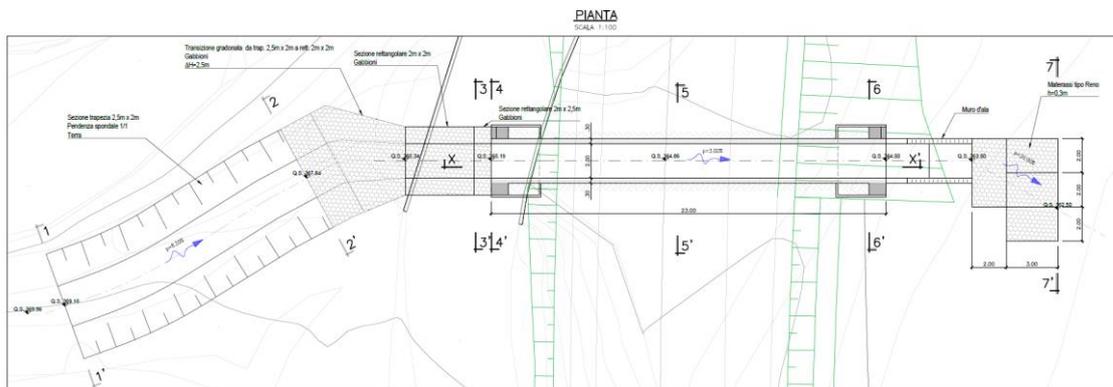


Figura 2 – Planimetria

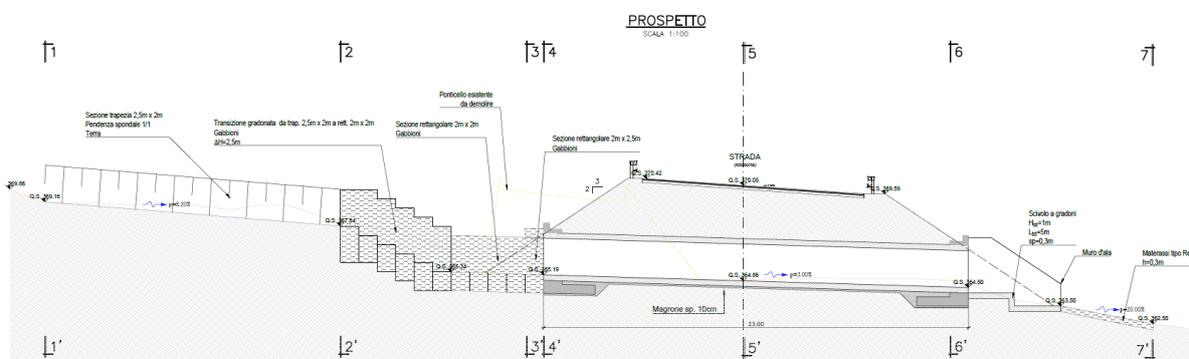


Figura 3 – Sezione longitudinale

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione della presente nota si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 - 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali 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
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per magrone

Conglomerato classe di resistenza C12/15 (R_{ck} 15 MPa)

Classe di esposizione: X0

Classe di consistenza S3

3.2 Calcestruzzo per fondazione ed elevazione

Conglomerato classe di resistenza 30/37 (R_{ck} 40 MPa)

Materiali - Calcestruzzo [NTC18 - §4.1.2.1 e §11.2.10]			
classe di Resistenza	-	C30/37	-
Resistenza caratteristica Cubica a compressione	-	37	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica Cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	30.71	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica Cilindrica media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38.71	[N/mm ²]
Resistenza di progetto a compressione	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_c$	17.40	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a trazione	$f_{ctm} = 0.3 \times f_{ck}^{2/3}$ per classi $\leq C50/60$	2.94	[N/mm ²]
	$f_{ctm} = 2.12 \times \ln [1 + f_{cm}/10]$ per classi $> C50/60$		
Resistenza caratteristica a trazione corrispondente al frattile 5%	$f_{ctk_{0.05}} = 0.7 \times f_{ctm}$	2.06	[N/mm ²]
Resistenza di progetto a trazione corrispondente al frattile 5%	$f_{ctd_{0.05}} = f_{ctk_{0.05}} / \gamma_c$	1.37	[N/mm ²]
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio- calcestruzzo (corrispondente al frattile 5%)	$f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk_{0.05}}$	4.63	[N/mm ²]
Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio- calcestruzzo (corrispondente al frattile 5%)	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$	3.09	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione corrispondente al frattile 95%	$f_{ctk_{0.95}} = 1.3 \times f_{ctm}$	3.82	[N/mm ²]
Resistenza di progetto a trazione corrispondente al frattile 95%	$f_{ctd_{0.95}} = f_{ctk_{0.95}} / \gamma_c$	2.55	[N/mm ²]
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio- calcestruzzo (corrispondente al frattile 95%)	$f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk_{0.95}}$	8.61	[N/mm ²]
Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio- calcestruzzo (corrispondente al frattile 95%)	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$	5.74	[N/mm ²]
Valore medio della resistenza a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.53	[N/mm ²]
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019.43	[N/mm ²]
η	$\eta = 1$ per barre di diametro $\Phi \leq 32$ mm	1	[-]
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_c	0.85	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	γ_c	1.5	[-]
Classe di Esposizione [UNI EN 206]	XC3		
Classe di consistenza	S4		

3.3 Acciaio B450C

Materiali - Acciaio [NTC18 - §4.1.2.1 e §11.3.2]			
Classe Acciaio	Acciaio per Calcestruzzo Armato	B450C	
Tensione caratteristica di Snervamento	f_{yk}	450.00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{td}	540.00	[N/mm ²]
Tensione di progetto riferita alla tensione di snervamento	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.30	[N/mm ²]
Modulo Elastico [E _s]	-	210000.00	[N/mm ²]
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio [γ_s]	-	1.15	[-]

3.4 Valori limiti tensionali allo SLE

Stato limite di limitazione delle tensioni [NTC18 - §4.1.2.2.5]			
Tensione massima di compressione del Calcestruzzo in condizioni di Esercizio - NTC18 - §4.1.2.2.5			
Combinazione Caratteristica (RARA)	$\sigma_{c,max} \leq 0.60 \times f_{ck}$	18.43	[N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	$\sigma_{c,max} \leq 0.45 \times f_{ck}$	13.82	[N/mm ²]
Tensione massima dell'Acciaio in condizioni di Esercizio - NTC18 - §4.1.2.2.5			
Combinazione Caratteristica (RARA)	$\sigma_{s,max} \leq 0.80 \times f_{ck}$	360.00	[N/mm ²]
Stato limite di Apertura delle Fessure [NTC18 - §4.1.2.2.4]			
Valore limite di apertura delle Fessure - NTC18 - §4.1.2.2.4			
Classe di Esposizione [NTC18 - §4.1.2.2.4.2]	XC3		
Condizioni Ambientali [NTC18 - §4.1.2.2.4.2]	Ordinarie		
Sensibilità delle Armatura alla Corrosione [NTC18 - §4.1.2.2.4.3]	Armature Poco Sensibili [Acciai Ordinari]		
Scelta degli stati limite di Fessurazione [NTC18 - §4.1.2.2.4.4]			
Combinazione Frequente	$w \leq 0.4 \text{ mm}$		
Combinazione Quasi Permanente	$w \leq 0.3 \text{ mm}$		

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Salvo più accurate determinazioni, in via cautelativa, per le caratteristiche dei rilevati stradali di nuova progettazione, si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

- peso di volume $\gamma = 19 \text{ kN/mc}$;
- angolo di attrito $\varphi' = 35^\circ$;
- coesione efficace $c' = 0$.

4.2 Interazione terreno-struttura

Il terreno di rinfianco dell'opera è caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici caratteristici assunti costanti lungo l'altezza dello scatolare e conservativamente pari a quelli del terreno di fondazione:

- $\gamma_{\text{DRY}} = 20 \text{ [kN/m}^3\text{]}$;
- $\gamma_{\text{sat}} = 21 \text{ [kN/m}^3\text{]}$;
- $c' = 15 \text{ [kPa]}$;
- $\phi' = 26 \text{ [}^\circ\text{]}$

La falda idrica è considerata alla quota del piano di posa, ovvero intradosso soletta inferiore.

Si tiene conto dell'interazione terreno – struttura in fondazione mediante l'introduzione di molle in grado di schematizzare il comportamento del terreno. Si assume, in modo conservativo, una costante di sottofondo (Winkler) pari a:

$$k_w = 5000 \text{ kN/m}^3$$

al fine di massimizzare le sollecitazioni sulla struttura.

5 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono le condizioni di carico elementari assunte per l'analisi delle sollecitazioni e per le verifiche della struttura in esame. Tali condizioni di carico elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

5.1 Pesi propri

Il peso proprio delle strutture è imputato direttamente dal programma di calcolo utilizzando per il calcestruzzo un peso specifico di 25 kN/m³.

5.2 Azioni permanenti

5.3 Pavimentazione stradale

La determinazione del carico permanente portato dovuto alla pavimentazione stradale potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente un peso di volume pari a 20.0 kN/m³, per un'altezza media pari a 0.20 m, che corrisponde ad un carico distribuito pari a 4.0 kN/m:

$$G_{2ric} = 20.0 \times 0.2 \times 1.00 = 4 \text{ kN/m}$$

5.4 Spinta del terreno

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione (Jaky):

$$K_0 = 1 - \sin\phi = 1 - \sin 26^\circ = 0.562$$

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

Dove:

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ è il peso per unità di volume del terreno di rinfianco;

H = è l'altezza dell'opera in esame;

p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza del solettone superiore pari a $G_{2,ric}$

5.5 Spinta in presenza di falda

Nel caso di specie a monte della parete laterale dello scatolare è presente la falda idrica. Il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della spinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume sommerso

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$u = \gamma_w \cdot z$$

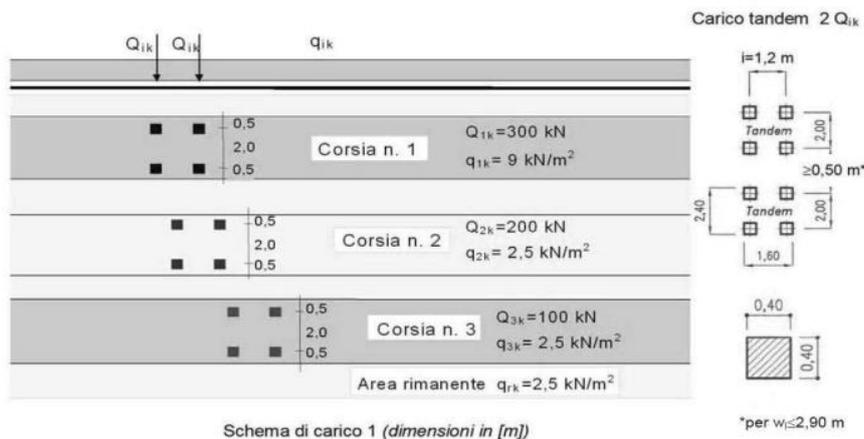
Come detto sopra la falda idrica è considerata alla quota del piano di posa dell'opera.

Il programma di calcolo applica automaticamente all'intradosso del solettone di fondazione una azione verticale diretta dal basso verso l'alto di intensità pari alla sottospinta idraulica per opera immersa.

5.6 Azioni variabili da traffico

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C. 2018, par. 5.1.3.3) si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di seguito riportati:

Prima colonna di carico costituita da un mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300 kN ognuno (carico tandem) posti ad un interasse di 1,60m lungo il senso di marcia e caratterizzati da una larghezza di 2,40m (comprese le dimensioni delle impronte).



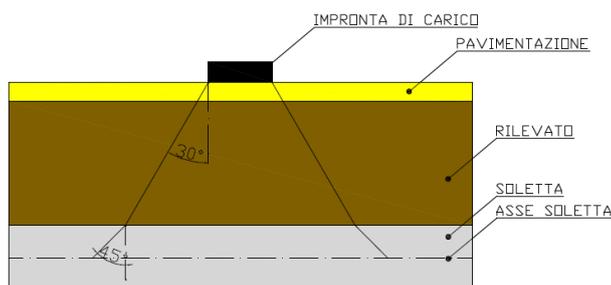
Tale carico viene posizionato ortogonalmente all'asse del sottopasso e considerato ripartito sia in direzione longitudinale che trasversale.

5.6.1 Effetti dinamici

I valori dei carichi stradali forniti dalle NTC18 sono già comprensivi degli incrementi di natura dinamica.

5.6.2 Ripartizione dei carichi concentrati tandem

I carichi concentrati mobili (carico tandem) sono ripartiti mediante una diffusione a 30° in direzione longitudinale e trasversale a partire dall’estradosso della pavimentazione stradale fino alla linea d’asse della soletta.



Le larghezze di diffusione della coppia di carichi concentrati su due assi in tandem valgono:

Dir. Longitudinale $L_{dl} = 1.60 + 2 \cdot [(H_p + H_r) \tan(30^\circ) + S_s/2] = 5.58 \text{ m}$

Dir. Trasversale $L_{dt} = 2.40 + 2 \cdot [(H_p - H_r) \tan(30^\circ) + S_s/2] \leq 3 = 3.0 \text{ m}$

Con:

- H_p spessore pavimentazione
- H_r spessore ricoprimento
- S_s Spessore solettone

La pressione dovuta al Q_{1k} risulta pertanto:

Carichi accidentali sulla copertura			
Tandem			
Ldiffusione x	Veicolo di servizio ponti 3categoria C5.1.8		1.60 m
Ldiffusione y			2.40 m
Impronta di carico x	Ldl	$1.60 + 2 \cdot ((0.20+2.90) \times \tan 30^\circ + 0.40/2) =$	5.58 m
Impronta di carico y	Ldt	$2.40 + 2 \cdot ((0.20+2.90) \times \tan 30^\circ + 0.40/2) =$	3.00 m
Impronta sull'impalcato		$5.58 \cdot 3.00 =$	16.74 m ²
carico q1 (totale)			600 kN
carico q1 (ripartito)	Q_{1k}	$600 / 3.00 \cdot 5.58 =$	35.85 kN/m ²
Carico distribuito	q_{1k}		9 kN/m ²

cui si sovrappone il carico $q_{1k,dis} = 9 \text{ kN/m}^2$ uniforme su tutta la soletta (corrispondente al carico q_{1k}).

5.6.3 Posizione dei carichi stradali

La posizione del carico $Q_{1k,dis}$ viene variata sulla soletta nei casi di carico per massimizzare:

- il momento in mezzeria soletta;
- il taglio nella soletta a filo piedritto;

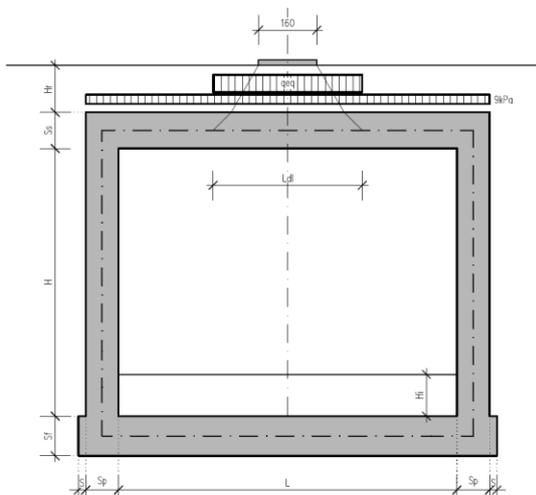


Figura 4 - schema di diffusione del carico da traffico – carico tandem centrato

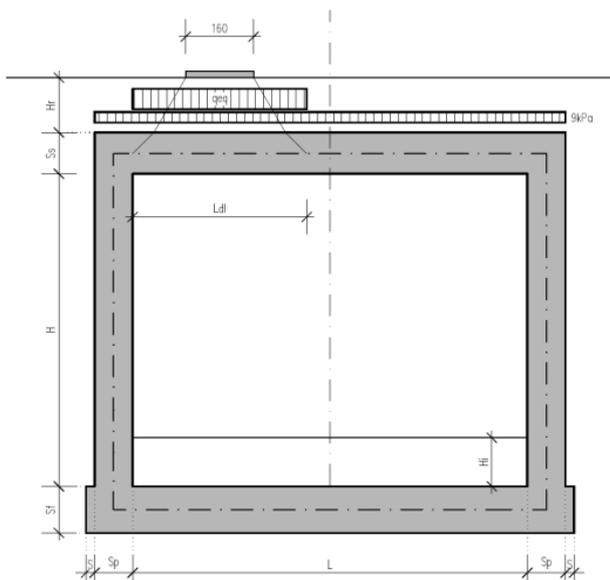


Figura 5 – schema di diffusione del carico da traffico – carico tandem filo piedritto

Si noti che se $Ldl > L + 2 \times Sp$ (larghezza netta interna + spessore dei piedritti) allora il carico equivalente è applicato a tutte le aste della soletta superiore nei due casi di carico che vengono a coincidere tra di loro (caso in esame).

5.6.4 Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali

In accordo con il punto C5.1.3.3.5.1 della circolare ministeriale per il calcolo delle spinte generate dal sovraccarico sul rilevato si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m.

Al tandem si somma il carico uniformemente distribuito agente sulla i-esima corsia di carico $q1k = 9 \text{ kN/m}^2$.

Mettendo in conto il ricoprimento della struttura con il rilevato stradale, il quale contribuisce a diffondere il carico fino al piano di estradosso soletta, il carico distribuito da utilizzare per il calcolo delle spinte agenti sulle pareti dello scatolare risulta:

Spinta del carico accidentale			
Carico Tandem Corsia 1	§C5.1.3.3.5.1 Circ. NTC18	600	kN
Ldl =	$2.20 + 2 \cdot ((0.20+2.90) \times \tan 30^\circ + 0.40/2) =$	5.78	
Ldt =	$3.00 + 2 \cdot ((0.20+2.90) \times \tan 30^\circ + 0.40/2) =$	4.67	
Tandem Corsia 1 diffuso	Q1k =	22.21	kN/m²
Distribuito Corsia 1 diffuso	q1k =	9	kN/m²

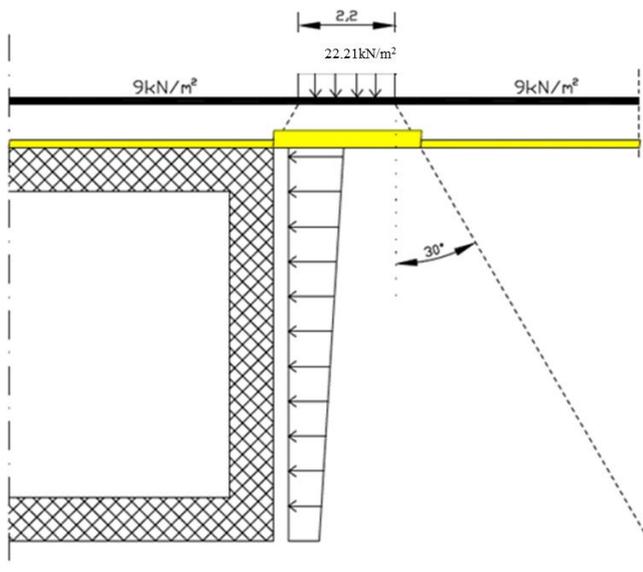


Figura 6 – schema di diffusione dei sovraccarichi accidentali

5.7 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Gli effetti del ritiro vengono valutati a "lungo termine" attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale ϵ_{cs} (t , t_0) e di viscosità ϕ (t , t_0), come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.17-01-2018. I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme, in grado di produrre la stessa deformazione nel calcestruzzo.

ClS a t=0

R_{ck}	=	37	N/mm ²	Resistenza a compressione cubica caratteristica
f_{ck}	=	30.71	N/mm ²	Resistenza a compressione cilindrica caratteristica
f_{cm}	=	38.71	N/mm ²	Resistenza a compressione cilindrica media
α	=	1.0E-05		
E_{cm}	=	33019	N/mm ²	Modulo elastico secante medio

Tempo e ambiente

t_s	=	3	gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
t_0	=	7	gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
t	=	25550	gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_0=2A_c/u$	=	800	mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
A_c	=	400000	mm ²	sezione dell'elemento
u	=	1000	mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
RH	=	80	%	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità ϕ (t, t_0) e modulo elastico E_{Ct} a tempo "t"

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) = 1.982$$

$$\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) = 123.67 \text{ coeff nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.197 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.932 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.980 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.700 \text{ coeff che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.572 \text{ coeff. per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

$$t_o = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^{\alpha} \geq 0.5 = 12.11 \text{ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\alpha = 1 \text{ coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R)}$$

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0.984 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 = 1382.5 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35\text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35\text{MPa} \end{cases} = 0.951 \text{ coeff per la resistenza del calcestruzzo}$$

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11072916 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000296 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000244 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.965784$$

$K_h =$

0.7 parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di K_h

h_0	K_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000361$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0.756400$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ Mpa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6 \text{ coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)}$$

$$\alpha_{ds2} = 0.11 \text{ coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} = 0.000052 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000052$$

Variatione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) E_{cm} \alpha} = -9.92 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura

5.8 Azione Termica

In accordo con quanto previsto dal MdP RFI 2020, al trasverso superiore e piedritti si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 10^{\circ}\text{C}$. In aggiunta, sul solo traverso superiore, verrà considerata una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a $\Delta t = \pm 5^{\circ}\text{C}$.

5.9 Azione Sismica

Nel seguente paragrafo sono riportati i parametri sismici in accordo a quanto specificato dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

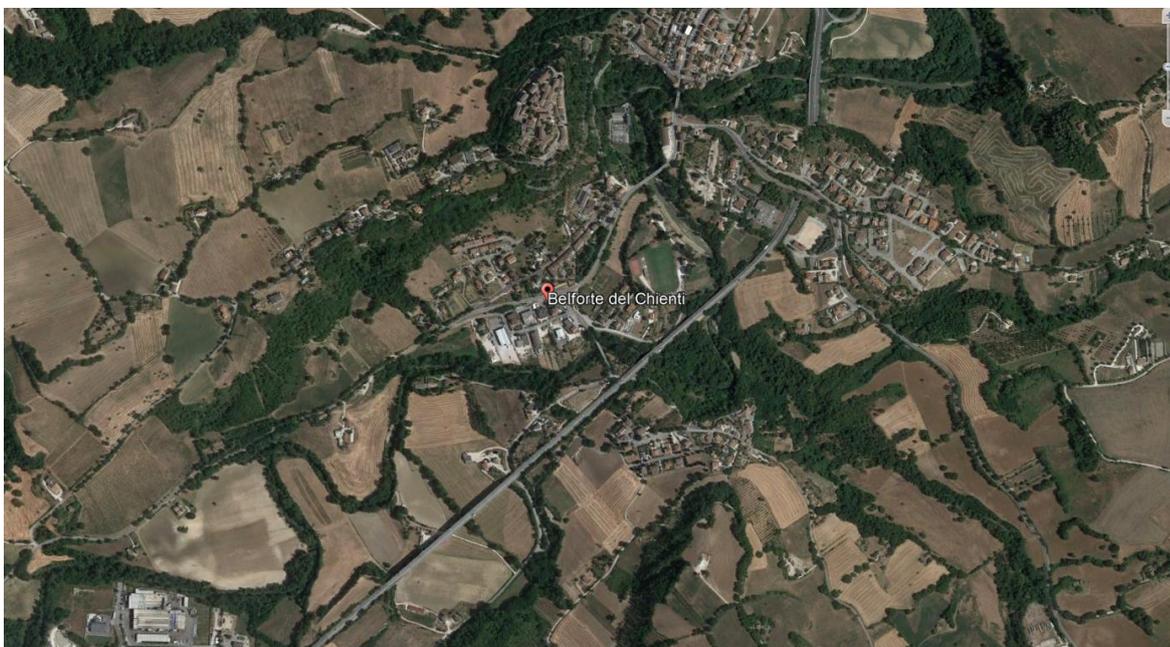


Figura 7: Inquadramento dell'opera

In relazione alla tipologia strutturale e alla sua destinazione d'uso si è preso in esame il solo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Identificazione del sito

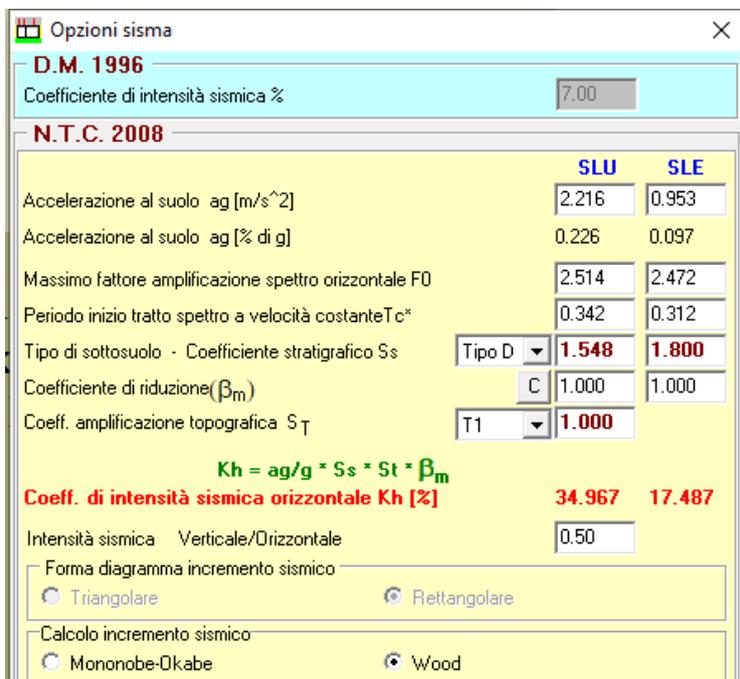
- Latitudine 43.164509
- Longitudine 13.239085
- Comune Belforte Del Chienti
- Provincia Macerata
- Regione Marche

Tipo di opera

- Tipo di costruzione Opera ordinaria
- Vita nominale 50 anni
- Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
- Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni SLU

- Accelerazione al suolo $a_g = 2.22 [m/s^2]$
- Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo $S = 1.55$
- Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.00$
- Coefficiente riduzione $\beta_m = 1.00$
- Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
- Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * S_t * S_s) = 34.97$
- Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 17.48$



Opzioni sisma

D.M. 1996
Coefficiente di intensità sismica % 7.00

N.T.C. 2008

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo $a_g [m/s^2]$	2.216	0.953
Accelerazione al suolo $a_g [\% \text{ di } g]$	0.226	0.097
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.514	2.472
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_{c^*}	0.342	0.312
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s	Tipo D ▼ 1.548	1.800
Coefficiente di riduzione (β_m)	C 1.000	1.000
Coef. amplificazione topografica S_T	T1 ▼ 1.000	
$K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m$		
Coef. di intensità sismica orizzontale $K_h [\%]$	34.967	17.487
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	0.50	
Forma diagramma incremento sismico		
<input checked="" type="radio"/> Triangolare <input type="radio"/> Rettangolare		
Calcolo incremento sismico		
<input type="radio"/> Mononobe-Okabe <input checked="" type="radio"/> Wood		

5.10 Sovrappinta sismica

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T.C. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Wood:

$$\Delta P_d = S * \frac{a_g}{g} * \gamma * h_{tot}^2$$

La spinta si considera come un carico uniformemente distribuito su h_{tot} .

5.11 Azione sismica inerziale

Anche per queste azioni si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

- Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$
- Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

Essendo W il peso del manufatto e k_h e k_v i coefficienti definiti al par. 7.11.6.2.1 delle NTC 2018, corretti in base alle indicazioni del cap. 3.10.3.1 del Manuale di Progettazione sez.III:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

Dove:

$\beta_m = 1,0$ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verranno eseguiti mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2018,

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E)= $\pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$

avendo indicato con EY e EZ rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I valori dei coefficienti che tengono conto della non contemporaneità dei massimi valori delle azioni sono dati dalla Tab. 5.1.VI:

Tabella 5.1.VI - Coefficienti Ψ per le azioni variabili per ponti stradali (da DM 17/01/2018)

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in Tab. 5.1.V:

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Nel calcolo della struttura scatolare, si è fatto riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (Approccio 2) per le verifiche strutturali e geotecniche, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale, il coefficiente R3 non deve essere portato in conto.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte. Le prime sei condizioni sono definite in automatico dal programma.

- Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)
- Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)
- Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)
- Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)
- Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)
- Condizione di carico n°6 (Spinta falda)
- Condizione di carico n° 7 (Pavimentazione Stradale)

Distr TerrenoXi= -2.40 Xf= 6.20 Vni= 4.00 Vnf= 4.00

- Condizione di carico n° 8 (Q1a - Traffico Pos 1 Mmax)

Distr TerrenoXi= -1.00 Xf= 5.00 Vni= 36.50 Vnf= 36.50

Distr TerrenoXi= -1.00 Xf= 5.00 Vni= 9.00 Vnf= 9.00

- Condizione di carico n° 9 (Q2a-Sovracc.Acc in Sx)

Distr TerrenoXi= -5.00 Xf= 0.00 Vni= 22.21 Vnf= 22.21

Distr TerrenoXi= -3.00 Xf= 0.00 Vni= 9.00 Vnf= 9.00

- Condizione di carico n° 10 (Q3a- Frenatura)

Distr Traverso Xi= 0.00 Xf= 3.80 Vni= 0.00 Vnf= 0.00 Vti= 16.27 Vtf= 16.27

- Condizione di carico n° 11 (Dt+)

Term Traverso Dte= 10.00 Dti= 10.00

- Condizione di carico n° 12 (Dt-)

Term Traverso Dte= -10.00 Dti= -10.00

- Condizione di carico n° 13 (Grad +)

Term Traverso Dte= 5.00 Dti= -5.00

- Condizione di carico n° 14 (Grad -)

Term Traverso Dte= -5.00 Dti= 5.00

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si devono considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

6.1.1 Elenco combinazioni

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative adottate nel calcolo.

Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

- γ_{G1sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
- γ_{G1fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
- γ_{G2sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
- γ_{G2fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
- γ_Q Coefficiente parziale sulle azioni variabili
- γ_{ang} Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
- γ_c Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
- γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
- γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon sfav}$	1.20	1.20

PROGETTO DEFINITIVO

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

PROGETTO DEFINITIVO

Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt+	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

PROGETTO DEFINITIVO

Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Grad +	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad +	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

PROGETTO DEFINITIVO
Combinazione n° 14 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 15 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 16 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 17 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 18 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Grad -	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Dt+	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

PROGETTO DEFINITIVO
Combinazione n° 19 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Dt+	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 20 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 21 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 22 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 23 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

PROGETTO DEFINITIVO
Combinazione n° 24 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Grad -	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90

Combinazione n° 25 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Dt-	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
Grad -	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 26 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO

Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 35 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO
Combinazione n° 36 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 38 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 40 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 42 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO

Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 46 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 47 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 48 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 49 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 50 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 51 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 52 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 53 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

PROGETTO DEFINITIVO

Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 54 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 55 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 56 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 57 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 58 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 59 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO

Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 60 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 61 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 62 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 63 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 64 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 65 SLE (Frequente)

PROGETTO DEFINITIVO

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 66 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 67 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 68 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 69 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 70 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

PROGETTO DEFINITIVO

Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad +	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 71 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad +	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 72 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 73 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 74 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 75 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 76 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

PROGETTO DEFINITIVO

Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 77 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 78 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 79 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 80 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 81 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

PROGETTO DEFINITIVO
Combinazione n° 82 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 83 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Dt+	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 84 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Dt+	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 85 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 86 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 87 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

PROGETTO DEFINITIVO

Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 88 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 89 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 90 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 91 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 92 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 93 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
--	---------	----------	--------	---

PROGETTO DEFINITIVO

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 94 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 95 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 96 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Q1a - Traffico Pos 1 Mmax	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q2a-Sovracc.Acc in Sx	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Q3a- Frenatura	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
Grad -	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 97 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Pavimentazione Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Dt-	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Grad -	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

7 MODELLO DI CALCOLO

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler).

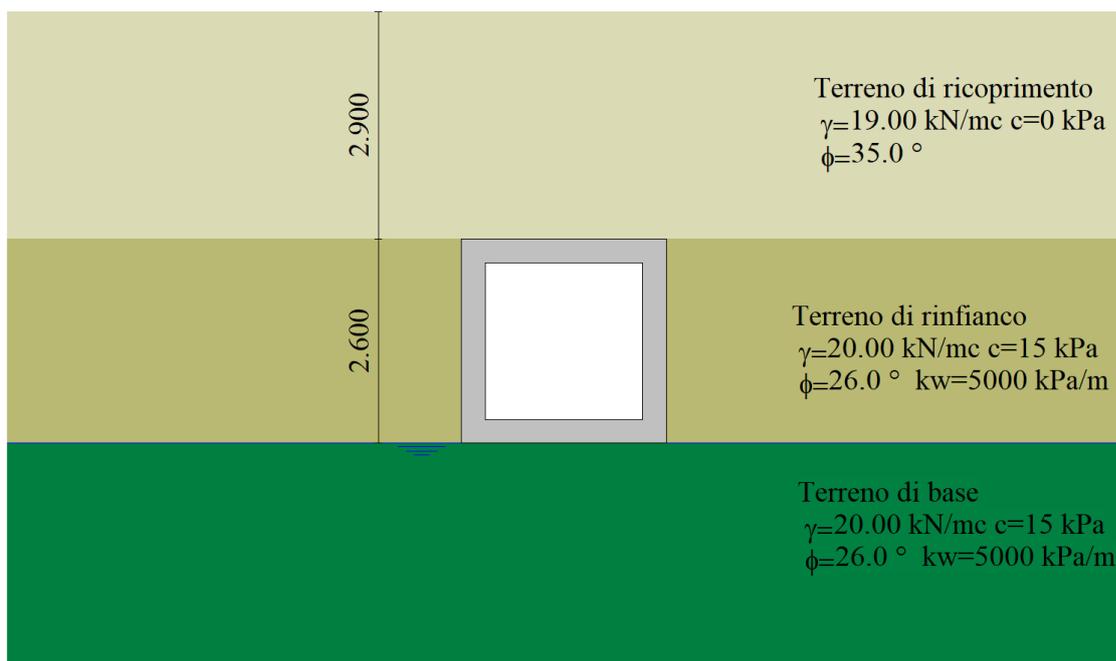


Figura 8 – Modello di calcolo scatolare

7.1.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Per l'analisi delle strutture è stato utilizzato il software **SCAT** © versione **2014** della **Aztec Informatica**, distribuito da **Aztec Informatica** Corso Umberto 43 -87050 Casali del manco – Loc. Casole Bruzio (CS).

La documentazione fornita dal produttore e dal distributore del software circa l'affidabilità, la validazione ed i casi di prova interamente risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione sono disponibili al sito del produttore.

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

7.1.2 Affidabilità del codice di calcolo

Per quanto riguarda il software utilizzato per l'analisi strutturale, un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software SCAT 14.0 ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

8 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Nel seguito sono rappresentati i diagrammi di involucro delle sollecitazioni allo SLU/SLV, in termini di momento flettente, taglio e sforzo normale su una striscia unitaria di sezione trasversale.

- Sollecitazioni SLU/SLV

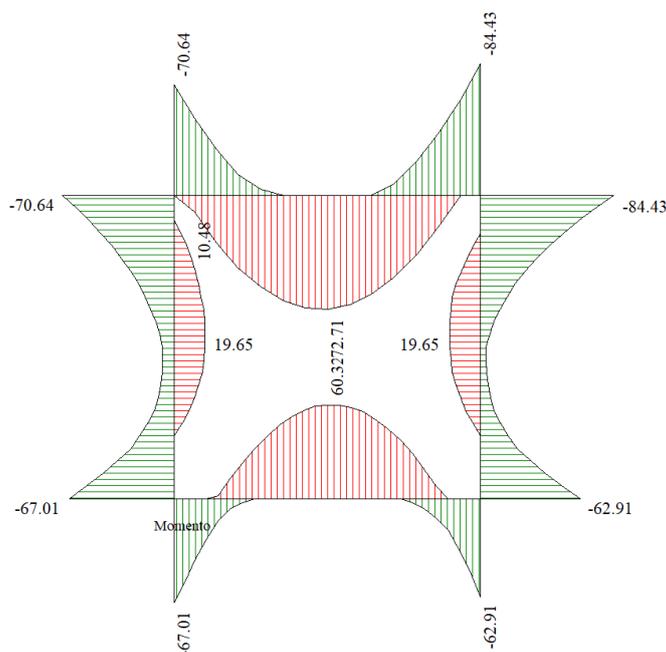


Figura 9 – Involucro diagramma dei momenti flettenti SLU

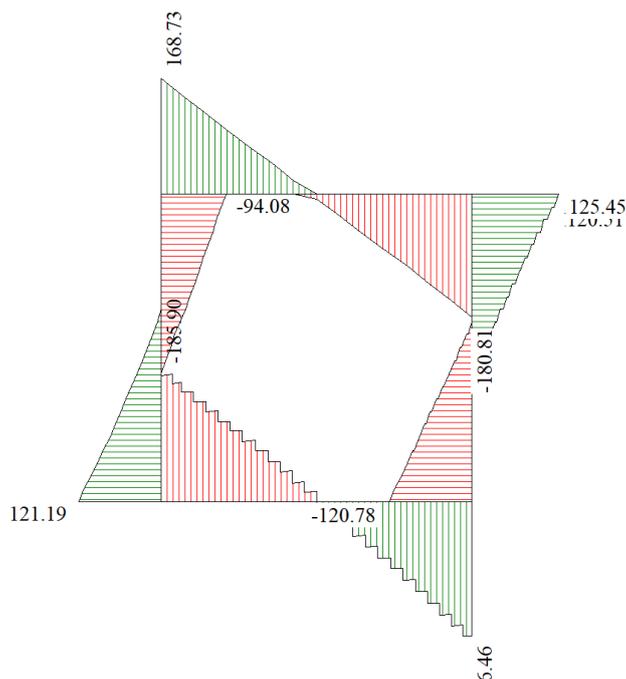


Figura 10 – Involucro diagramma del taglio SLU

PROGETTO DEFINITIVO

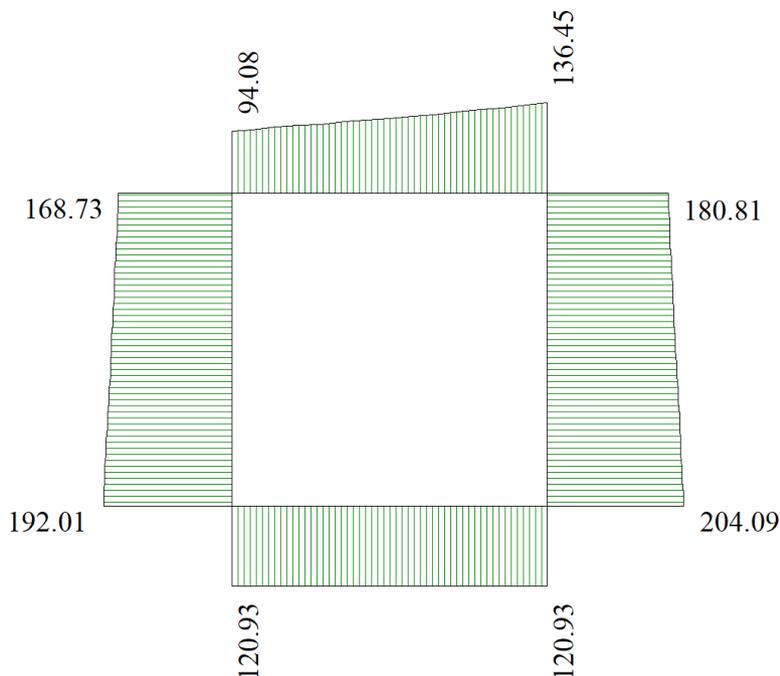


Figura 11 – involucro diagramma sforzo normale SLU

COMBINAZIONE: SLU/SLV				
Elemento	Comb.	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
Fondazione	ENV MAX	60.32	197.22	120.93
	ENV MIN	-67.01	86.51	58.84
Piedritto Sx	ENV MAX	-31.7	121.19	192.01
	ENV MIN	-70.64	-92.83	89.03
Piedritto Dx	ENV MAX	-31.7	125.45	204.09
	ENV MIN	-84.43	-120.78	89.03
Traverso	ENV MAX	72.71	78.38	136.45
	ENV MIN	-84.43	-180.81	39.19

Figura 12 – Involucro sollecitazioni massime SLU/SLV per singolo elemento strutturale

- Sollecitazioni SLE RARA

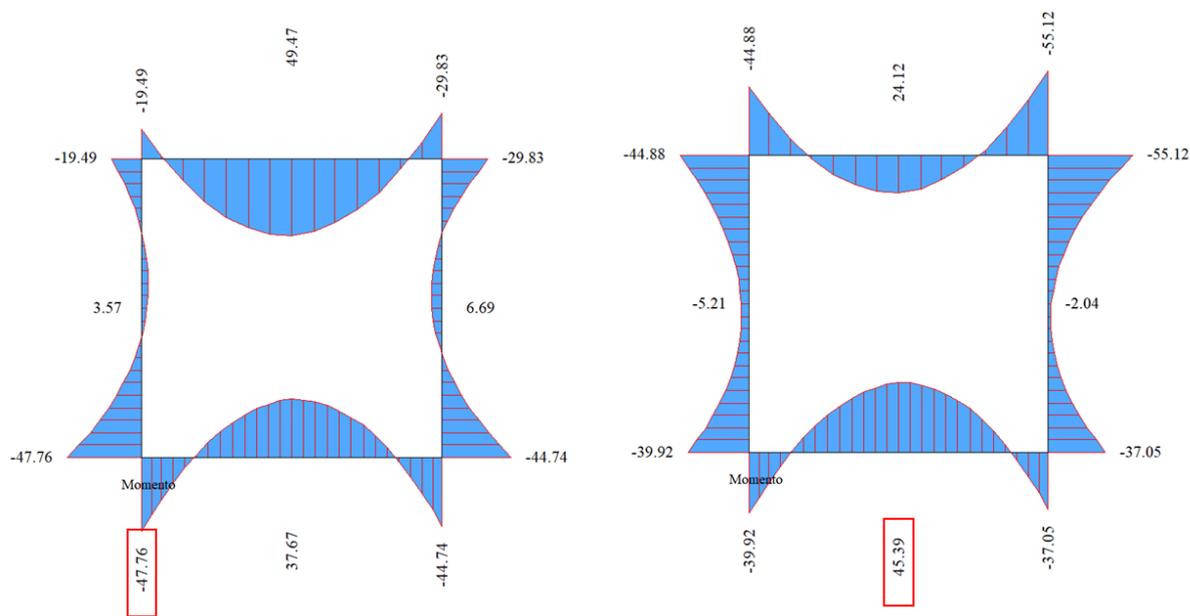


Figura 13 – Diagramma del Momento SLE Rara - Fondazione (comb. 62 e comb. 75, rispettivamente)

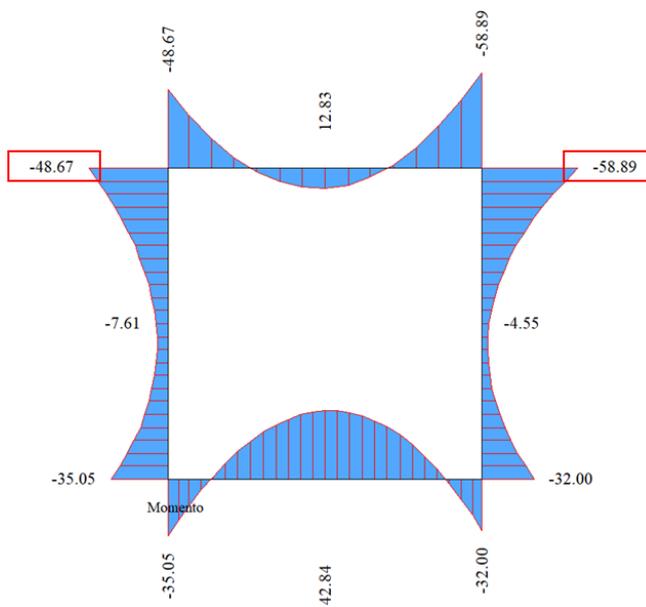


Figura 14 – Diagramma del Momento SLE Rara – Piedritto Sx e Piedritto Dx (comb. 81)

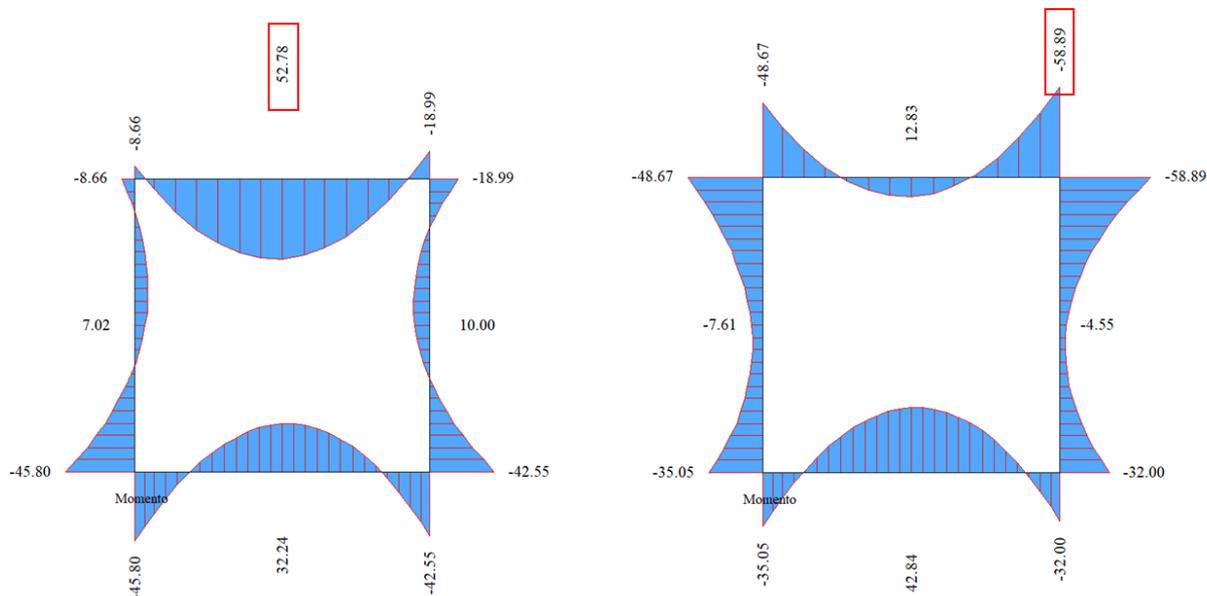


Figura 15 – Diagramma del Momento SLE Rara – Traverso (comb. 70 e comb. 81, rispettivamente)

COMBINAZIONE: SLE RARA				
Elemento	Comb.	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
Fondazione	ENV MAX	45.39	145.59	81.8
	ENV MIN	-47.76	132.83	58.28
Piedritto Sx	ENV MAX	-39.7	81.98	141.72
	ENV MIN	-48.67	-60.55	127.09
Piedritto Dx	ENV MAX	-36.62	85.14	150.67
	ENV MIN	-58.89	-81.7	137.5
Traverso	ENV MAX	52.78	-120.25	93.28
	ENV MIN	-58.89	-133.42	66.55

Figura 16 – Involuppo sollecitazioni massime SLE RARA per singolo elemento strutturale

- Sollecitazioni SLE FREQUENTE

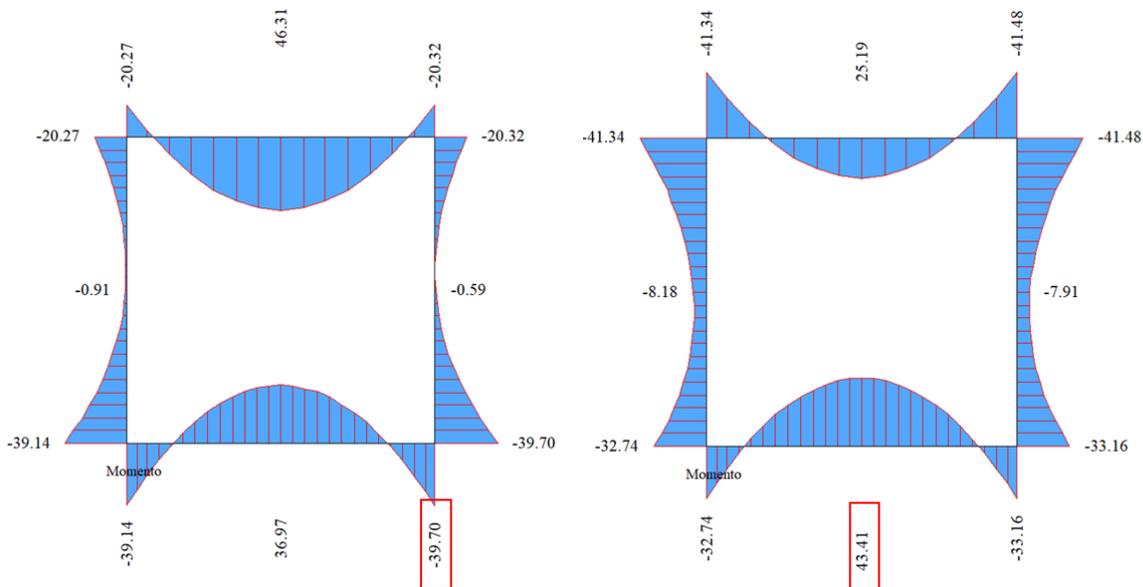


Figura 17 – Diagramma del Momento SLE FREQUENTE - Fondazione (comb. 63 e comb. 76, rispettivamente)

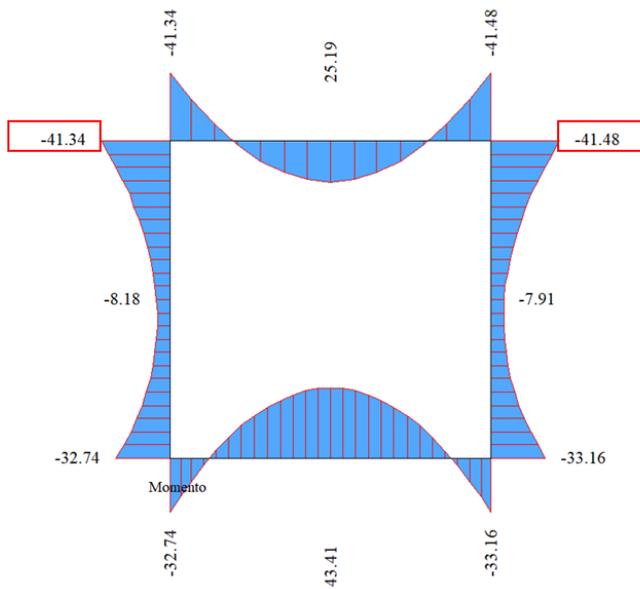


Figura 18 – Diagramma del Momento SLE FREQUENTE – Piedritto Sx e Piedritto Dx (comb. 76)

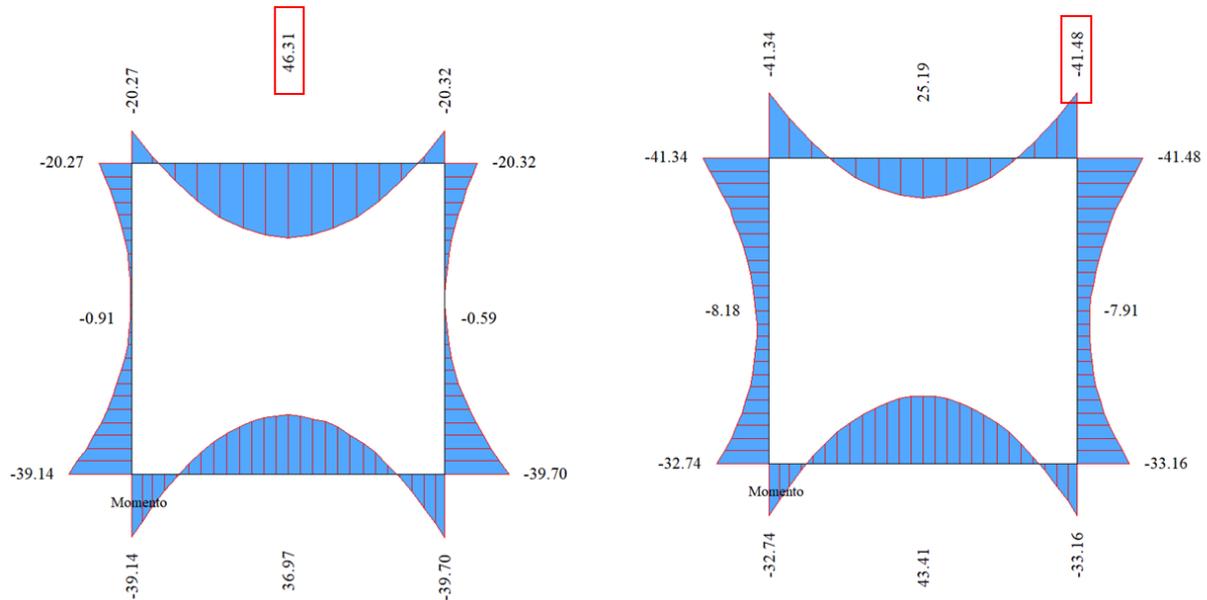


Figura 19 – Diagramma del Momento SLE FREQUENTE – Traverso (comb. 63 e comb. 76, rispettivamente)

COMBINAZIONE: SLE FREQUENTE				
Elemento	Comb.	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
Fondazione	ENV MAX	43.41	129.07	63.67
	ENV MIN	-39.7	90.87	29.97
Piedritto Sx	ENV MAX	-24.74	62.83	133.07
	ENV MIN	-41.34	29.97	89.28
Piedritto Dx	ENV MAX	-24.74	48.15	133.15
	ENV MIN	-41.48	-64.52	93.71
Traverso	ENV MAX	46.31	76.72	53.26
	ENV MIN	-41.48	-115.9	14.9

Figura 20 – Involuppo sollecitazioni massime SLE FREQUENTE

- Sollecitazioni SLE QUASI PERMANENTE

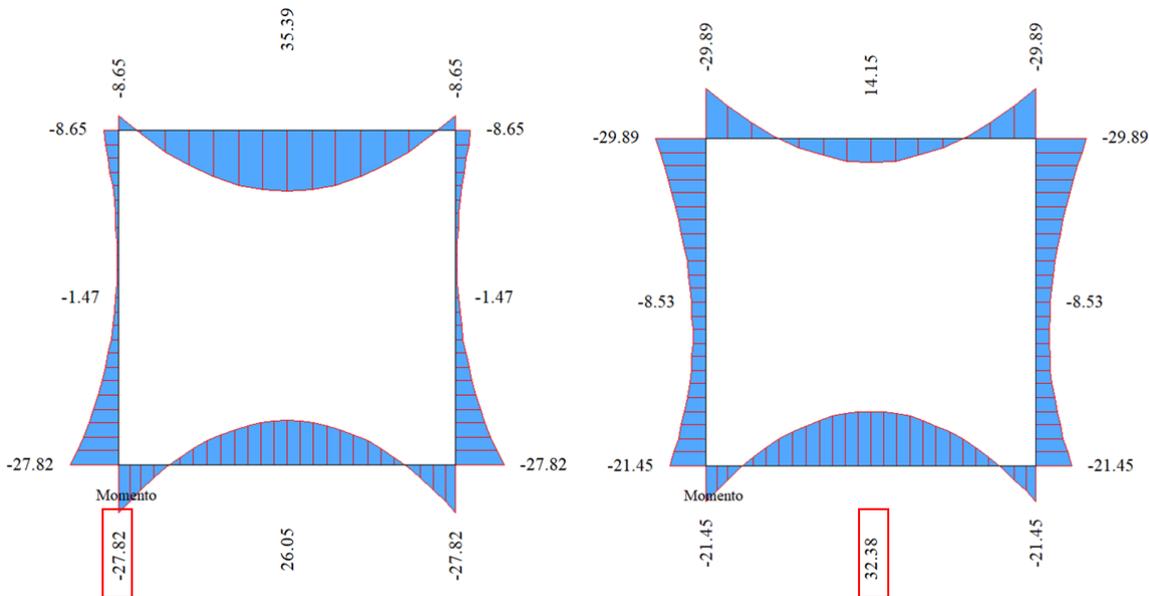


Figura 21 – Diagramma del Momento SLE QUASI PERMANENTE - Fondazione (comb. 61 e comb. 74, rispettivamente)

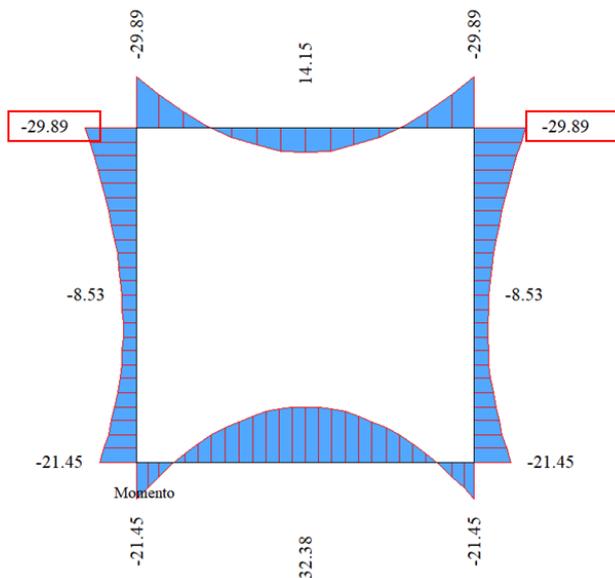


Figura 22 – Diagramma del Momento SLE QUASI PERMANENTE – Piedritto Sx e Piedritto Dx (comb. 74)

PROGETTO DEFINITIVO

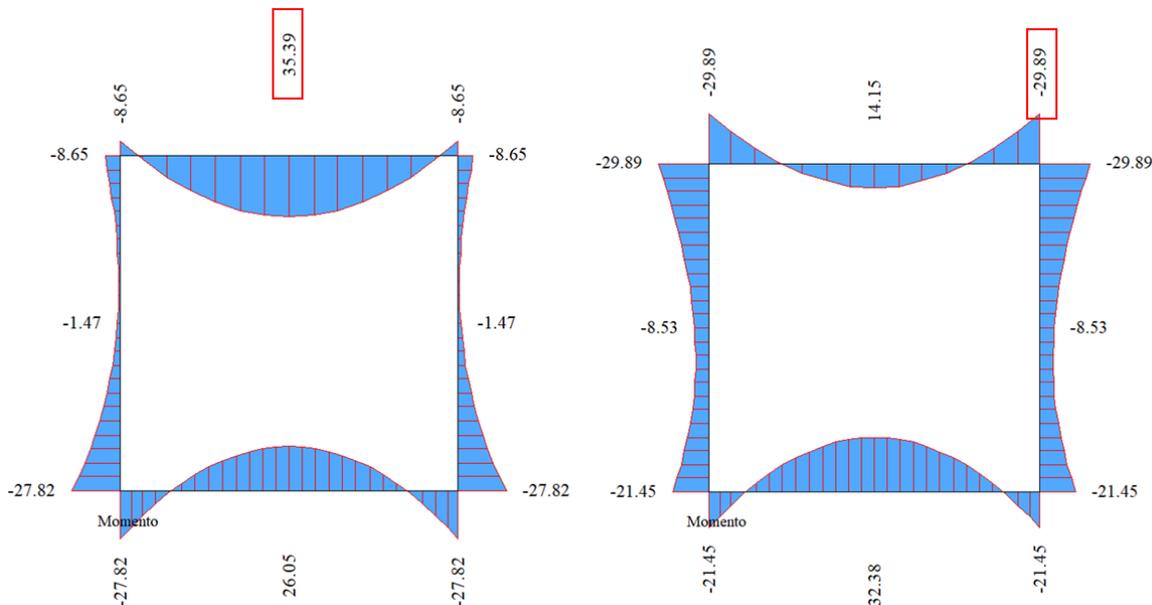


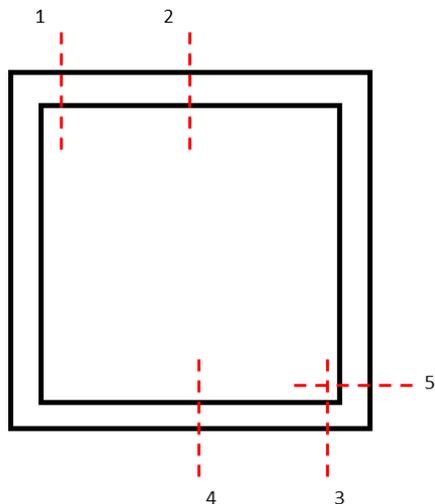
Figura 23 – Diagramma del Momento SLE QUASI PERMANENTE – Traverso (comb. 61 e comb. 74, rispettivamente)

COMBINAZIONE: SLE QUASI PERMANENTE				
Elemento	Comb.	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
Fondazione	ENV MAX	32.38	91.04	42.44
	ENV MIN	-27.82	91.04	30.9
Piedritto Sx	ENV MAX	-25.02	42.45	93.84
	ENV MIN	-29.89	30.9	93.84
Piedritto Dx	ENV MAX	-25.02	-30.9	93.84
	ENV MIN	-29.89	-42.45	93.84
Traverso	ENV MAX	35.39	76.59	28.56
	ENV MIN	-29.89	-76.59	15.86

Figura 24 – Involuppo sollecitazioni massime SLE QUASI PERMANENTE

9 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Le sezioni in cui vengono eseguite le verifiche sono quelle di figura seguente:

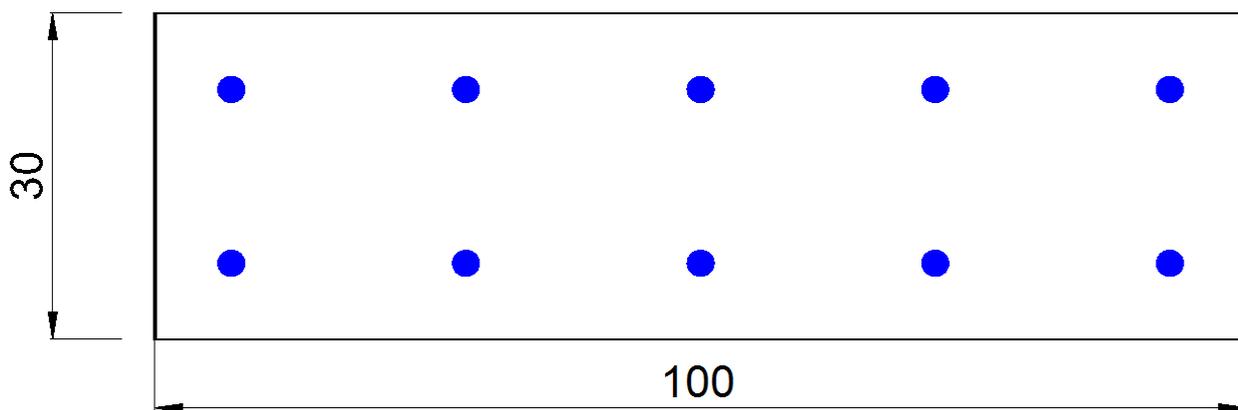


9.1.1 Sezione 1 – Soletta Superiore

B = 100 cm H = 40cm

- As' = 5Φ20
- As = 5Φ20

Armatura a taglio: non sono necessarie spille



9.1.1.1 Verifica a pressoflessione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.4	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33019.4	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.4	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.4	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.8	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	24.0	20
3	44.0	24.0	20
4	44.0	6.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-84.43	180.81

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-58.59	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-41.48 (-50.88)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-29.89 (-50.88)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------

PROGETTO DEFINITIVO

1	S	0.00	-84.43	0.00	-139.02	1.65	15.7(4.0)
---	---	------	--------	------	---------	------	-----------

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.222	-50.0	0.0	-0.00044	-44.0	6.0	-0.01224	44.0	24.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000655897	0.003500000	0.222	0.718

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	180.81	188.70	24.0	100.0	0.0131	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.04	-50.0	0.0	-178.7	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

PROGETTO DEFINITIVO

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
∅	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00123	0.00000	0.500	20.0	50	0.00054 (0.00054)	332	0.178 (990.00)	-50.88	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.28	-50.0	0.0	-126.5	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00087	0.00000	0.500	20.0	50	0.00038 (0.00038)	332	0.126 (0.40)	-50.88	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.08	-50.0	0.0	-91.2	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0.00000	0.500	20.0	50	0.00027 (0.00027)	332	0.091 (0.30)	-50.88	0.00

9.1.1.2 Verifica a taglio per elemento non armati a taglio

TAGLIO progetto/verifica per elementi non armati a taglio

Elemento: trasverso

DATI:

V _{Ed}	[kN]	180.81			
N _{Ed}	[kN]	0.00			Ned < 0 Trazione ; Ned > 0 Compressione
classe calcestruzzo		C30/37		f _{ck}	[N/mm ²] 30.00
γ _c		1.50		f _{cd}	[N/mm ²] 17.00
classe acciaio		B450C			
γ _c		1.15		f _{yd}	[N/mm ²] 391.30
b _w	[cm]	100.00			
h	[cm]	30.00			
c = copriferro	[cm]	5.00			
Φ - diametro ferri	[mm]	20			
d	[cm]	25.00			
A _c	[cm ²]	2500.00			
Passo ferri superiori	[cm]	20.00			
Φ superiori	[mm]	20			
Area ferri superiori	[mm ²]	1571			
Passo ferri inferiori	[cm]	20.00			
Φ inferiori	[mm]	20			
Area ferri inferiori	[mm ²]	1571			

CALCOLO VRd1 = $(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d$

b _w	[mm]	1000.00
d	[mm]	250.00
k	[-]	1.894
v _{min}	[N/mm ²]	0.500
σ _{cp}	[N/mm ²]	0.000
VRd1	[kN]	124.964

CALCOLO VRd2 = $[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] b_w \cdot d;$

k	[-]	1.894
ferri longitudinali tesi?	[-]	ENTRAMBE I FERRI
Area ferri longitudinali tesi	[mm ²]	3142
ρ _l	[-]	0.0126
f _{ck}	[N/mm ²]	30.00
σ _{cp}	[N/mm ²]	0.000
VRd2	[kN]	190.573

VERIFICA A TAGLIO - VRd = $V_{Rd} = \max \left\{ [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] b_w \cdot d; (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$

VRd	[kN]	190.573
V _{Ed}	[kN]	180.810
V_{Rd} / V_{Ed}	[-]	1.05 > 1 : verifica soddisfatta

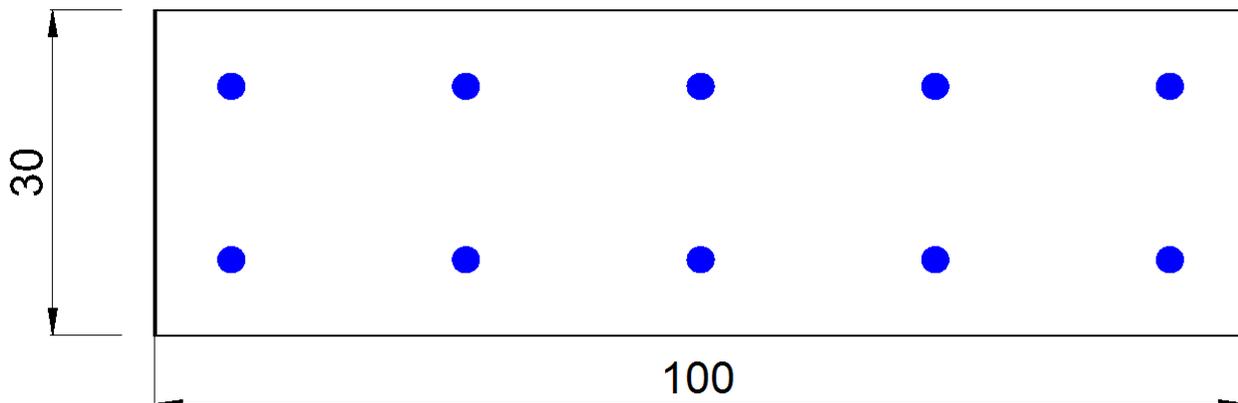
VEd = Azione di taglio sollecitante di calcolo allo SLU
 VRd = Resistenza di calcolo a taglio per elementi senza armature trasversali
 NEd = azione normale di compressione / trazione (se rilevante)
 Ac = area sezione di calcestruzzo (necessaria se è presente NEd)
 γ_c = coefficiente parziale di sicurezza (1,5 o 1,4 vedi punto 4.1.2.1.1.1)
 d = altezza utile della sezione
 b_w = larghezza minima della sezione
 ρ_l = rapporto geometrico di arè il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa
 σ_{cp} = è la tensione media di compressione nella sezione

La sezione non necessita di armatura a taglio

9.1.2 Sezione 2 – Soletta Superiore (mezzeria)

B = 100 cm H = 40 cm

- As' = 5Φ20
- As = 5Φ20



9.1.2.1 Verifica a pressoflessione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.4	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33019.4	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.4	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.4	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.8	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C30/37
N°vertice:	X [cm] Y [cm]

1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	24.0	20
3	44.0	24.0	20
4	44.0	6.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	72.71	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	52.78	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	46.31 (50.88)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1	0.00	35.39 (50.88)	0.00 (0.00)
---	------	---------------	-------------

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	72.71	0.00	139.02	1.91	15.7(4.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.222	-50.0	30.0	-0.00044	44.0	24.0	-0.01224	-44.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000655897	-0.016176895	0.222	0.718

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.44	-50.0	30.0	-161.0	-44.0	6.0	750	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00111	0.00000	0.500	20.0	50	0.00048 (0.00048)	332	0.160 (990.00)	50.88	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.78	-50.0	30.0	-141.2	-44.0	6.0	750	15.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00097	0.00000	0.500	20.0	50	0.00042 (0.00042)	332	0.141 (0.40)	50.88	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.65	-50.0	30.0	-107.9	-44.0	6.0	750	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

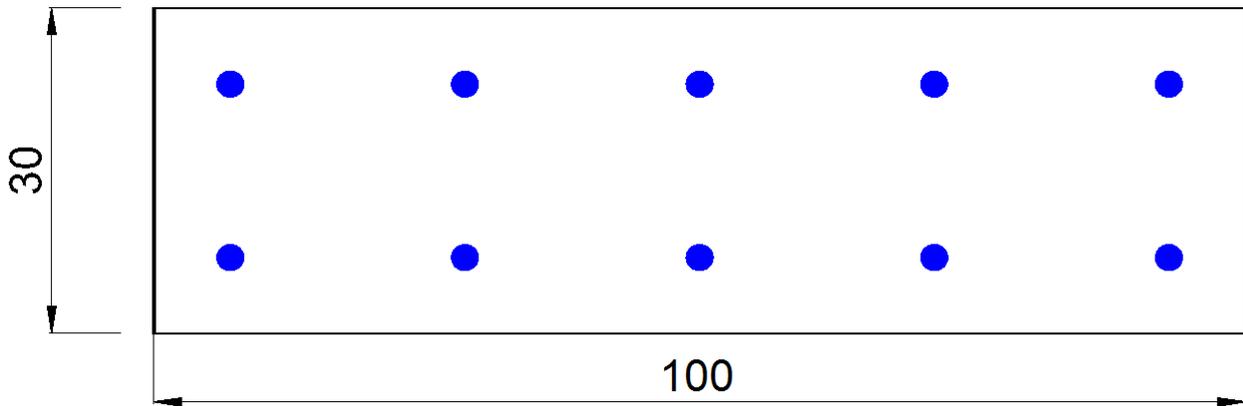
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0.00000	0.500	20.0	50	0.00032 (0.00032)	332	0.108 (0.30)	50.88	0.00

9.1.3 Sezione 3 – Soletta Inferiore

B = 100 cm H = 40 cm

- As' = 5Φ20
- As = 5Φ20

Armatura a taglio spille Ø 8/20x20



9.1.3.1 Verifica a pressoflessione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.4	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33019.4	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.4	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.4	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.8	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	20
2	-43.0	23.0	20
3	43.0	23.0	20
4	43.0	7.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Mx	Vy
Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-67.01	197.22

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Mx
Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-47.76	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Mx
Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-39.70 (-49.33)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-27.82 (-49.33)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-67.01	0.00	-136.01	2.03	31.4(3.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.255	-50.0	0.0	-0.00068	-43.0	7.0	-0.01022	43.0	23.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000596456	0.003500000	0.255	0.759

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

PROGETTO DEFINITIVO

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.49	-50.0	0.0	-152.1	21.5	23.0	750	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00112	0.00000	0.500	20.0	60	0.00046 (0.00046)	366	0.167 (990.00)	-49.33	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.56	-50.0	0.0	-126.4	21.5	23.0	750	15.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00093	0.00000	0.500	20.0	60	0.00038 (0.00038)	366	0.139 (0.40)	-49.33	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.20	-50.0	0.0	-88.6	21.5	23.0	750	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0.00000	0.500	20.0	60	0.00027 (0.00027)	366	0.097 (0.30)	-49.33	0.00

PROGETTO DEFINITIVO

9.1.3.2 Verifica a taglio

TAGLIO progetto/verifica per elementi armati a taglio

Elemento:	Soletta Inferiore staffe	Φ8/20x20	
DATI			
V_{Ed}	[kN]	197.22	
N_{Ed}	[kN]	0.00	
$1 \leq \text{ctg } q \leq 2,5 \rightarrow 21.80^\circ \leq q \leq 45^\circ$			
1) $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot s \cdot \text{sen } \alpha$			eguagliando 1) e 2) si ottiene: $\text{ctg } \theta = \left(\frac{[b_w \cdot a_v \cdot f_{cd} \cdot s / (A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \text{sen } \alpha)] - 1}{1} \right)^{1/2}$
2) $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_v \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg }^2 \theta)$			
$V_{rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$			
b_w	[cm]	100.00	
d	[cm]	25.00	
A_c	[cm ²]	2500.00	
classe calcestruzzo		C30/37	f_{ck} [N/mm ²] 30.71
γ_c		1.50	f_{cd} [N/mm ²] 17.40
classe acciaio		B450C	f_{yd} [N/mm ²] 391.30
verif. Carico in prossimità di appoggi ?		NO	
a_v	[cm]	0.00	$V_{Ed,rid} = V_{Ed} \cdot a_v / (2 \cdot d)$ [kN] 197.22

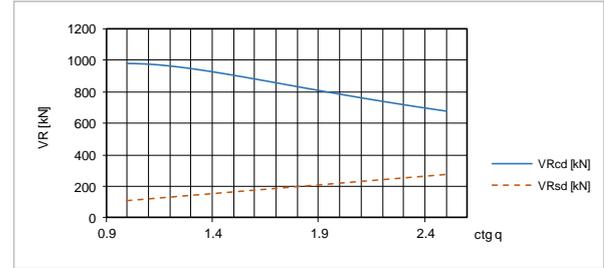
VERIFICA LIMITAZIONE SU V_{Ed}

$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$	[kN]	1087.65	> Vsdu verifica soddisfatta: sezione idonea
--	------	----------------	--

VERIFICA STAFFE

$s_{max} = \min(50; 17,5 ; 6,4)$	[cm]	20.00	
$A_{st,max} = 1,5 \cdot b_w$	[mm ² /m]	1500	$A_{sw,max} = A_{st,max} \cdot 100/s$ [mm ²] 7500
α	°	90	
ϕ	[mm]	8	
s	[cm]	20	
n_{bracci}		5.00	
A_{sw}	[mm ²]	251.33	
$\alpha_{cp} = N_{Ed} / A_c$	[N/mm ²]	0.00	
α_c		1.00	
$f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$	[N/mm ²]	8.70	
$\text{ctg } \theta$		4.09	
θ	°	13.75	
$\text{ctg } \theta$: valore di calcolo		2.50	
$\text{ctg } \alpha$		0.00	
V_{Rsd}	[kN]	276.60	
V_{Rcd}	[kN]	675.09	
V_{Rd}	[kN]	276.60	

α_c	α_c	α_{cp}	$0,25 \cdot f_{cd}$
$1 + \alpha_{cp} / f_{cd}$	1.00	$0 \leq \alpha_{cp} < 0,25 \cdot f_{cd}$	4.35
1.25	1.25	$0,25 \cdot f_{cd} \leq \alpha_{cp} < 0,5 \cdot f_{cd}$	0.5 \cdot f_{cd}
$2,5 \cdot (1 - \alpha_{cp} / f_{cd})$	2.50	$0,5 \cdot f_{cd} \leq \alpha_{cp} < f_{cd}$	8.70



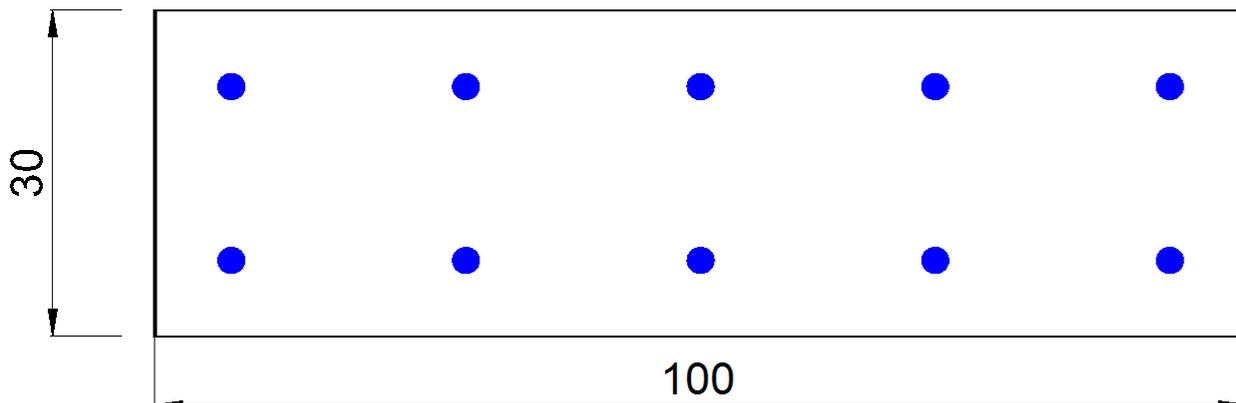
$V_{Rd} / V_{Ed,rid}$		1.40 > 1	: verifica soddisfatta	tipo di rottura: lato acciaio
A_s	[mm ²]	-	armatura contenuta nella zona di lunghezza $0,75 a_v$	
$V_{Ed,rid} \leq A_s \cdot f_{yd} \cdot \text{sen } \alpha$	[kN]	-	verifica non richiesta	

V_{Ed} = Azione di taglio sollecitante di calcolo allo SLU
 V_{Rsd} = Resistenza di calcolo a taglio trazione riferita all'armatura trasversale
 N_{Ed} = azione normale di compressione (se rilevante)
 A_c = area sezione di calcestruzzo (necessaria se è presente N_{Ed})
 γ_c = coefficiente parziale di sicurezza (1,5 o 1,4 vedi punto 4.1.2.1.1.1)
 d = altezza utile della sezione
 a_v = distanza del carico dall'appoggio (per calcolo riduzione di V_{Ed} se $a_v < 2d$)
 v = coefficiente riduzione di resistenza calcestruzzo fessurato per taglio ($v=0,5$)
 θ = inclinazione puntoni di calcestruzzo
 b_w = larghezza minima della sezione
 A_{sw} = area dell'armatura trasversale
 α = angolo dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
 s = interasse tra due armature trasversali consecutive
 f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima
 α_c = coefficiente maggiorativo

9.1.4 Sezione 4 – Soletta Inferiore (mezzeria)

B = 100 cm H = 40 cm

- As' = 5Φ20
- As = 5Φ20



9.1.4.1 Verifica a pressoflessione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.4	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33019.4	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.4	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.4	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.8	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:		360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C30/37
N°vertice:	X [cm] Y [cm]

PROGETTO DEFINITIVO

1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	20
2	-43.0	23.0	20
3	43.0	23.0	20
4	43.0	7.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	60.32	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	45.39	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	43.41 (49.33)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

PROGETTO DEFINITIVO

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	32.38 (49.33)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	60.32	0.00	136.01	2.25	31.4(3.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.255	-50.0	30.0	-0.00068	43.0	23.0	-0.01022	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000596456	-0.014393687	0.255	0.759

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

PROGETTO DEFINITIVO

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.21	-50.0	30.0	-144.5	-43.0	7.0	750	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00106	0.00000	0.500	20.0	60	0.00043 (0.00043)	366	0.159 (990.00)	49.33	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.99	-50.0	30.0	-138.2	-43.0	7.0	750	15.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00102	0.00000	0.500	20.0	60	0.00041 (0.00041)	366	0.152 (0.40)	49.33	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.72	-50.0	30.0	-103.1	-43.0	7.0	750	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0.00000	0.500	20.0	60	0.00031 (0.00031)	366	0.113 (0.30)	49.33	0.00

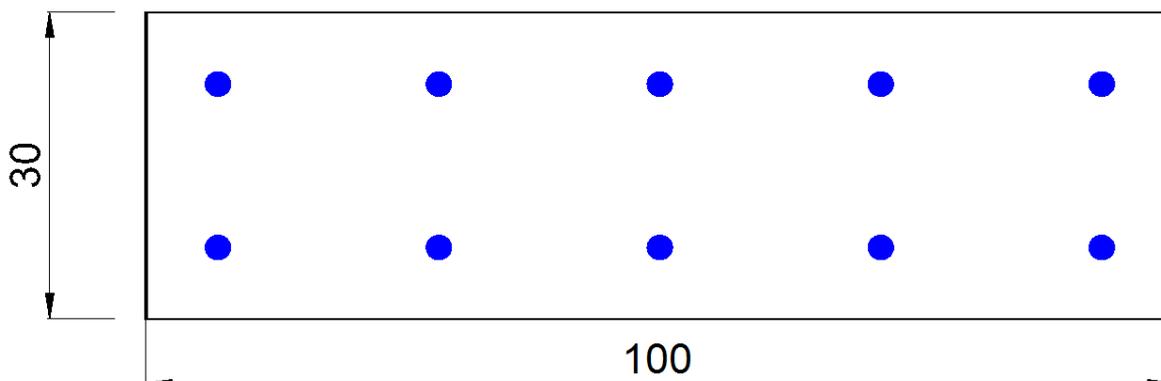
9.1.5 Sezione 5 – Piedritto

B = 100 cm H = 40 cm

- As' = 5Φ20

- As = 5Φ20

Armatura a taglio: non sono necessarie spille



9.1.5.1 Verifiche a pressoflessione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.4 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33019.4 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.4 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.4 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.8 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	24.0	20
3	44.0	24.0	20
4	44.0	6.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-84.43	125.45

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-58.89	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-41.48 (-50.88)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)		

PROGETTO DEFINITIVO

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-29.89 (-50.88)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-84.43	0.00	-139.02	1.65	15.7(4.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.222	-50.0	0.0	-0.00044	-44.0	6.0	-0.01224	44.0	24.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000655897	0.003500000	0.222	0.718

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	125.45	188.70	24.0	100.0	0.0131	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.07	-50.0	0.0	-179.6	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00124	0.00000	0.500	20.0	50	0.00054 (0.00054)	332	0.179 (990.00)	-50.88	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.28	-50.0	0.0	-126.5	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00087	0.00000	0.500	20.0	50	0.00038 (0.00038)	332	0.126 (0.40)	-50.88	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.08	-50.0	0.0	-91.2	22.0	24.0	750	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0.00000	0.500	20.0	50	0.00027 (0.00027)	332	0.091 (0.30)	-50.88	0.00

9.1.5.1 Verifica a taglio per elemento non armati a taglio:

TAGLIO progetto/verifica per elementi non armati a taglio

Elemento:

DATI:

V _{Ed}	[kN]	125.45			
N _{Ed}	[kN]	0.00			Ned < 0 Trazione ; Ned > 0 Compressione
classe calcestruzzo		C30/37		f _{ck}	[N/mm ²] 30.00
γ _c		1.50		f _{cd}	[N/mm ²] 17.00
classe acciaio		B450C			
γ _c		1.15		f _{yd}	[N/mm ²] 391.30
b _w	[cm]	100.00			
h	[cm]	30.00			
c = copriferro	[cm]	5.00			
Φ - diametro ferri	[mm]	20			
d	[cm]	25.00			
A _c	[cm ²]	2500.00			
Passo ferri superiori	[cm]	20.00			
Φ superiori	[mm]	20			
Area ferri superiori	[mm ²]	1571			
Passo ferri inferiori	[cm]	20.00			
Φ inferiori	[mm]	20			
Area ferri inferiori	[mm ²]	1571			

$$\text{CALCOLO VRd1} = (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d^2$$

b _w	[mm]	1000.00
d	[mm]	250.00
k	[-]	1.894
v _{min}	[N/mm ²]	0.500
σ _{cp}	[N/mm ²]	0.000
VRd1	[kN]	124.964

$$\text{CALCOLO VRd2} = \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d;$$

k	[-]	1.894
ferri longitudinali tesi?	[-]	FERRI SUPERIORI
Area ferri longitudinali tesi	[mm ²]	1571
ρ ₁	[-]	0.0063
f _{ck}	[N/mm ²]	30.00
σ _{cp}	[N/mm ²]	0.000
VRd2	[kN]	151.258

$$\text{VERIFICA A TAGLIO - VRd} = \text{VRd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d^2 \right\}$$

VRd	[kN]	151.258
V _{Ed}	[kN]	125.450
V _{Rd} / V _{Ed}	[-]	1.21 > 1 : verifica soddisfatta

V_{Ed} = Azione di taglio sollecitante di calcolo allo SLU
 VRd = Resistenza di calcolo a taglio per elementi senza armature trasversali
 N_{Ed} = azione normale di compressione / trazione (se rilevante)
 A_c = area sezione di calcestruzzo (necessaria se è presente N_{Ed})
 γ_c = coefficiente parziale di sicurezza (1,5 o 1,4 vedi punto 4.1.2.1.1.1)
 d = altezza utile della sezione
 b_w = larghezza minima della sezione
 ρ₁ = rapporto geometrico di arè il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa
 σ_{cp} = è la tensione media di compressione nella sezione

10 ARMATURA DI RIPARTIZIONE DELLO SCATOLARE

L'armatura di ripartizione nelle solette e nelle pareti dello scatolare (direzione y) viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione x) come da indicazione da Eurocodice 2 al paragrafo 9.3.1 (Piastrine piene – armatura di flessione): "...Nelle piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere una armatura trasversale secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale...". L'opera in oggetto prevede ripartitori $\phi 12/20$ sia nelle solette sia nei piedritti. Per questi ultimi andrà inoltre considerato un infittimento alla base per assorbire gli effetti del ritiro differenziale.

11 INCIDENZA ARMATURE

Soletta Superiore	= 120.00 kg/m3;
Soletta Inferiore	= 110.00 kg/m3;
Piedritto	= 110.00 kg/m3;

12 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche al collasso non risultano necessarie. A questo riguardo si rileva che:

- le sollecitazioni trasmesse sul piano di posa in seguito alla realizzazione del sottopasso saranno minori di quelle preesistenti;
- il sottopasso è disposto trasversalmente alla linea stradale; uno SLU per raggiungimento del carico limite del complesso fondazione-terreni di imposta nella direzione parallela alla linea è impossibile, per la presenza del rilevato stradale ai lati del monolite e per la presenza dei terreni a tergo dei muri di accesso al monolite;
- il sottopasso è strutturalmente connesso ai muri di accesso; di conseguenza un analogo SLU per raggiungimento del carico limite fondazione-terreni nella direzione perpendicolare alla linea è impossibile per la presenza della soletta, connessa ai muri di accesso allo scatolare; si fa rilevare, inoltre, che la quota del piano di campagna agli imbocchi è maggiore di quella di imposta del monolite;

Analogamente, non è stato eseguito alcun calcolo dei cedimenti; al riguardo si rileva che:

- in considerazione delle caratteristiche dell'opera, in particolare dei volumi di terreno e del corpo del rilevato stradale che saranno asportati, la realizzazione del sottopasso si configura, nei riguardi dell'interazione con i terreni di fondazione, come uno scarico;
- per la posizione della falda lo scatolare sarà soggetto ad una sottospinta; di conseguenza si prevede una riduzione degli sforzi verticali efficaci, piuttosto che un incremento;
- per le modalità costruttive non si prevedono cedimenti indotti da fasi di scarico e successivo ricarico, peraltro cedimenti elastici e di ridotta entità;
- si esclude la possibilità del sollevamento del monolite per l'attrito al contatto tra le pareti laterali ed i terreni, in particolare in corrispondenza del contatto con i rilevati stradali.