

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021	Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021		

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I N 1 7 1 0 Y I 2 C L S L 0 4 A 0 0 0 1 A - - - Di - - -

		VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
		Firma	Data
		ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Giovanni MALAVENDA	Febbraio 2021	Data: Febbraio 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710Y12CLSL04A0001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 85	

Sommario

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2.1	UNITÀ DI MISURA	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	6
4	ALLEGATI	7
5	CRITERI DI CALCOLO	8
5.1	Criteria e definizione dell'azione sismica	8
5.2	Combinazioni di carico	9
5.2.1	Combinazioni per la verifica allo slu	10
5.2.2	Combinazioni per la verifica allo sle	11
6	MATERIALI UTILIZZATI	12
6.1	CALCESTRUZZO C32/40	12
6.2	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C	13
6.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali	13
6.4	Copriferro minimo e copriferro nominale	14
7	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	15
7.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	15
7.2	FALDA DI PROGETTO	16
7.3	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	16
8	ANALISI DEL SOTTOVIA	16
8.1	ANALISI DEI CARICHI	17
8.1.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	17
8.1.2	PERMANENTI PORTATI	17
8.1.3	SPINTA DEL TERRENO	18
8.1.4	CARICHI ACCIDENTALI, RIPARTIZIONE CARICHI VERTICALI	19
8.1.5	SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO	21
8.1.6	FRENATURA E AVVIAMENTO	23
8.1.7	AZIONI TERMICHE	23
8.1.8	RITIRO	23
8.1.9	AZIONI DELLA FALDA	25
8.1.10	AZIONI SISMICHE	25
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	30
9	MODELLAZIONE ADOTTATA	33
10	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	34
11	VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE	38

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 85

11.1	INFLESSIONE NEL PIANO DELL'IMPALCATO	38
11.2	Stato limite di comfort dei passeggeri.....	38
12	VERIFICHE STRUTTURALI	39
12.1	COPERTURA MEZZERIA.....	41
12.2	COPERTURA INCASTRO	47
12.3	FONDAZIONE MEZZERIA.....	53
12.4	FONDAZIONE INCASTRO	60
12.5	PIEDRITTI PIEDE.....	66
12.6	PIEDRITTI TESTA.....	72
12.7	PIEDRITTI MEZZERIA	78
13	VERIFICHE GEOTECNICHE	84
13.1	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI SOLLEVAMENTO	84
14	VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE.....	85

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 85

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al Progetto Esecutivo della tratta AV/AC Verona-Padova, subtratta Verona Porta Vescovo – Montebello Vicentino.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche del sottopasso ferroviario al km 16+194 della tratta A.V./A.C. Verona-Padova, subtratta Verona Porta Vescovo – Montebello Vicentino.

Il sottopasso è costituito da una struttura scatolare di tipo classico, di dimensioni interne 11.80x6.20 m, con piedritti di spessore pari a 1.00 m, soletta di copertura di spessore pari a 1.00 m e soletta di fondazione di spessore pari a 1.20 m.

Si riportano, di seguito, alcune viste delle opere in progetto.



Figura 1 – Vista dall'alto

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 85

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [Mpa]

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”.
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009,n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

Si riporta, ora, l'elenco delle norme tecniche, delle circolari e delle istruzioni F.S. delle quali si è tenuto conto.

RFI DTC INC CS SP IFS 001 A: Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;

RFI DTC INC PO SP IFS 001 A: Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;

Manuale di progettazione ITALFERR.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 85	

4 ALLEGATI

Il presente documento è corredato dai seguenti allegati

- *SOTTOVIA - SL04 SOTTOVIA AL Km 16+194 - VISTA DALL'ALTO – CARPENTERIA*
- *SOTTOVIA - SL04 SOTTOVIA AL Km 16+194 - PIANTA ALLO SPICCATO – CARPENTERIA*
- *SOTTOVIA - SL04 SOTTOVIA AL Km 16+194 - SEZIONI LONGITUDINALI – CARPENTERIA*
- *SOTTOVIA - SL04 SOTTOVIA AL Km 16+194 - SEZIONI TRASVERSALI – CARPENTERIA*
- *PROFILI GEOTECNICI*

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 85	

5 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

5.1 Criteri e definizione dell'azione sismica

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2., assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni. La classe d'uso assunta è la III. Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N C_u = \mathbf{150 \text{ anni}}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è: $P_{VR}(SLV)=10\%$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica TR espresso in anni vale:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 85	

$$T_R (SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*c .

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*c \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T. 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 (NT 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:

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

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

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo, considerando la componente verticale agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

5.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NTC.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 85	

5.2.1 Combinazioni per la verifica allo sls

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche strutturali agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU), collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR), raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche vengono condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1" e le relative combinazioni previste:

- combinazione 1 (A1+M1+R1) STR;
- combinazione 2 (A2+M2+R2) GEO;

Le combinazioni di carico di tipo A₁ STR e A₂ GEO vengono effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV delle N.T.C. con i coefficienti parziali di sicurezza ferroviari indicati in tabella 5.2.V e i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI, presenti al capitolo 5.2.3.3.1 delle N.T.C.; per quanto riguarda i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, si fa riferimento alla tabella 6.2.II delle N.T.C.

Ai fini delle verifiche degli stati limiti ultimi si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limiti ultimi SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limiti ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 85	

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

L'azione sismica è calcolata come combinazione delle componenti orizzontali con quella verticale come $E = 1.0 \times E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z$ con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.2.VI della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere ferroviarie, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa).

5.2.2 Combinazioni per la verifica allo sle

Le combinazioni di carico allo SLE vengono effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV delle N.T.C. con i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI delle N.T.C. presenti al capitolo 5.2.3.3.2 della norma.

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Frequente} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Quasi permanente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Rara} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 85

6 MATERIALI UTILIZZATI

6.1 CALCESTRUZZO C32/40

Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33640 \text{ N/mm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di espansione termica:	$\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

Stato Limite Ultimo

Resistenza di calcolo a compressione semplice	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m,$
dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$	$f_{cd} = 18.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m,$
	$f_{ctd} = 1.45 \text{ N/mm}^2$

Stati Limite di Esercizio

Tensioni limite di compressione:

in combinazione di carico rara:	$\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 18.26 \text{ Mpa}$
in combinazione di carico quasi permanente:	$\sigma_c = 0.40 f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$

Stato limite apertura delle fessure

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

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

I valori limite sono pari a:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 85	

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Nel caso in esame le verifiche a fessurazione sono condotte in condizioni ambientali aggressive e considerando un'armatura poco sensibile, pertanto si adotteranno i valori limite:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad \text{per la combinazione di carico rara}$$

Stato Limite Ultimo

età del cls in giorni, all'inizio del ritiro $t_s = 2 \text{ gg}$,

età del cls in giorni, al momento del carico $t_0 = 2 \text{ gg}$,

età del cls in giorni per calcolo da ritiro $t = 365 \text{ gg/a} \times 150 \text{ a} = 54750 \text{ gg}$,

6.2 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C

B450 C (controllato in stabilimento)

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ tensione caratteristica di snervamento

$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391 \text{ MPa}$ tensione caratteristica di calcolo

$E_s = 210'000 \text{ MPa}$ modulo elastico

$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ tensione limite

6.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Per le opere della presente relazione, in base a quanto prescritto dal Capitolato di costruzione RFI 2014, si adotta quanto segue:

Fondazione - Elevazione CLASSE DI ESPOSIZIONE **XA1**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 85	

6.4 Copriferro minimo e copriferro nominale

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

Considerate le condizioni ambientali dell'opera, che sono aggressive (classe di esposizione unica XA1), e la classe di resistenza del calcestruzzo che la costituisce, in riferimento alla tabella C4.1.IV del DM 14/01/08, per le barre da c.a. di elementi a piastra risulta un copriferro minimo $c_{min}=30\text{mm}$.

In considerazione della vita nominale di 100 anni, il valore va aumentato di 10mm, ottenendo $c_{min}=40\text{mm}$.

Per quanto riguarda le tolleranze di costruzione, si assume cautelativamente un valore $h=10\text{mm}$, ottenendo quindi un copriferro nominale pari a $c_{nom} = 50 \text{ mm}$ per fondazione ed elevazione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 85	

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

7.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono riportate di seguito.

Sottovia Progressiva	Parametri geotecnici terreno di posa fondazione	Parametri geotecnici terreno laterale
16+194	Ghiaie con sabbia e sabbie ghiaiose	Rilevato ferroviario

I parametri geotecnici di riferimento per i terreni presenti in sito sono:

	Parametri geotecnici terreno in sito				
	γ_{sat} (kN/m ³)	c' (KPa)	Φ' (°)	ν	E_d (MPa)
Ghiaie con sabbia e sabbie ghiaiose	19.00	0	40	0.3	80

I parametri geotecnici del rilevato ferroviario sono

- $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
- $\varphi' = 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio
- $c' = 0.00 \text{ kPa}$ coesione drenata

Il calcolo delle spinte agenti sui piedritti è stato fatto sulla base dei parametri geotecnici che caratterizzano il rilevato ferroviario.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 85

7.2 FALDA DI PROGETTO

La quota del pelo libero della falda è posta a piano campagna, in accordo con la relazione idrogeologica, a 5.00 m dalla quota di intradosso soletta di fondazione.

7.3 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame. Il modello utilizzato è quello di suolo alla Winkler. Il valore della costante di sottofondo è posto pari a 10000 kN/m³ in accordo con la relazione geotecnica.

8 ANALISI DEL SOTTOVIA

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare, avente lunghezza di 1,00 m. Le caratteristiche geometriche della sezione di calcolo esaminata sono:

Spessore medio del ballast + armamento	$h_b = 1.10\text{m}$
Larghezza totale dello scatolare	$L_{tot} = 13.80\text{m}$
Larghezza utile dello scatolare	$L_{int} = 11.80\text{m}$
Larghezza mensola di fondazione sinistra	$L_{msx} = 0.40\text{m}$
Larghezza mensola di fondazione destra	$L_{mdx} = 0.40\text{m}$
Spessore della soletta di copertura	$S_s = 1.00\text{m}$
Spessore piedritti	$S_p = 1.00\text{m}$
Spessore ritto centrale	$S_{pc} = 0.00\text{m}$
Spessore della soletta di fondazione	$S_f = 1.20\text{m}$
Altezza libera dello scatolare	$H_{int} = 6.20\text{m}$
Altezza totale dello scatolare	$H_{tot} = 8.40\text{m}$
Quota falda da intradosso fondazione	$H_w = 5.00\text{m}$
Larghezza striscia di calcolo	$b = 1.00\text{m}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 85

8.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

8.1.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Il *peso proprio* delle solette e dei piedritti è stato calcolato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$; risulta:

Peso soletta superiore	$P_{ss} = 25.00\text{kN/m}$
Peso soletta inferiore	$P_{si} = 30.00\text{kN/m}$
Peso piedritti	$P_p = 25.00\text{kN/m}$
Peso setto centrale	$P_{pc} = 0.00\text{kN/m}$

8.1.2 PERMANENTI PORTATI

Soletta superiore

Peso permanenti portati soletta superiore (ballast, sub-ballast, supercompattato, rinterro):

Permanenti portati soletta superiore	$P_{ps} = 19.80\text{kN/m}$
--------------------------------------	-----------------------------

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi di connessione tra la soletta superiore e i piedritti il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto):

Peso ricoprimento per metà spessore piedritto	$P_{ps_p} = 9.90\text{kN}$
---	----------------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 85

Soletta inferiore

Peso permanenti portati soletta inferiore:

Spessore medio sovrastruttura stradale	= 0.86m
Peso specifico sovrastruttura stradale	= 18.00kN/m ³
Peso sovrastruttura stradale	P _{pi} = 15.48kN/m

8.1.3 SPINTA DEL TERRENO

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo. Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\Phi'$:

Approccio 1 – Combinazione 1 $K_0 = 0.384$

Approccio 1 – Combinazione 2 $K_0 = 0.470$

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$P = (P_b + h_{\text{variabile}} \cdot \gamma_{\text{terreno_piedritto}}) \cdot K_0$$

per cui, in assenza di falda esterna allo scatolare, risulta quanto segue.

Approccio 1 – Combinazione 1

Pressione estradosso soletta superiore	P ₁ = 7.61kN/m
Pressione in asse soletta superiore	P ₂ = 11.45kN/m
Pressione in asse soletta inferiore	P ₃ = 67.57kN/m
Pressione intradosso soletta inferiore	P ₄ = 72.18kN/m

Alle spinte rappresentate dai diagrammi indicati in figura sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione, i contributi delle spinte del terreno esercitate su metà spessore delle soletta di copertura e di fondazione.

Spinta semispessore soletta di copertura	P _{H.t.cop} = 4.77kN
Spinta semispessore soletta di fondazione	P _{H.t.fond} = 41.92kN

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 85	

Approccio 1 – Combinazione 2

Pressione estradosso soletta superiore	$P_1 = 9.31\text{kN/m}$
Pressione in asse soletta superiore	$P_2 = 12.31\text{kN/m}$
Pressione in asse soletta inferiore	$P_3 = 80.07\text{kN/m}$
Pressione intradosso soletta inferiore	$P_4 = 85.71\text{kN/m}$

Alle spinte rappresentate dai diagrammi indicati in figura sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione, i contributi delle spinte del terreno esercitate su metà spessore delle soletta di copertura e di fondazione.

Spinta semispessore soletta di copertura	$P_{H.t.cop} = 5.40\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.t.fond} = 49.73\text{kN}$

Nella figura seguente si riportano i diagrammi di spinta del terreno agenti sui piedritti.

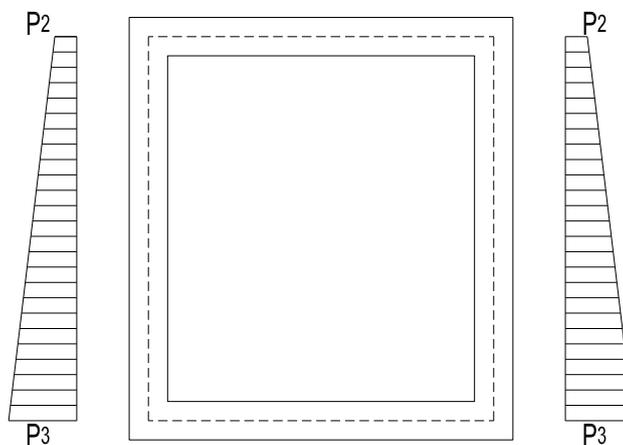


Figura 4 - Spinte del terreno

8.1.4 CARICHI ACCIDENTALI, RIPARTIZIONE CARICHI VERTICALI

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si è fatto riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” della specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.

Poiché risulta l'altezza libera > 5.0 m e la luce libera > 8.0 m, si applica il punto 5.3 della Tabella 1.4.2.5.3. In questa situazione il coefficiente ϕ va ridotto di 0.9.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 85

In accordo alla normativa ponti tale coefficiente dinamico verrà ridotto in quanto il ricoprimento è superiore ad un metro.

Lunghezza del trasverso	L_{soletta}	=	11.80 m
Altezza dei peidritti	H_{int}	=	6.20 m
Ricoprimento	h	=	1.10 m
	L_m	=	8.07 m
Lunghezza caratteristica	L_F	=	10.49 m
Coeff. incremento dinamico	Φ_2	=	1.29
Coeff. incremento dinamico ridotto	Φ_2	=	1.16

Treno LM71

Il treno LM71 Viene schematizzato da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una larghezza illimitata (a meno del coefficiente $\alpha = 1,1$).

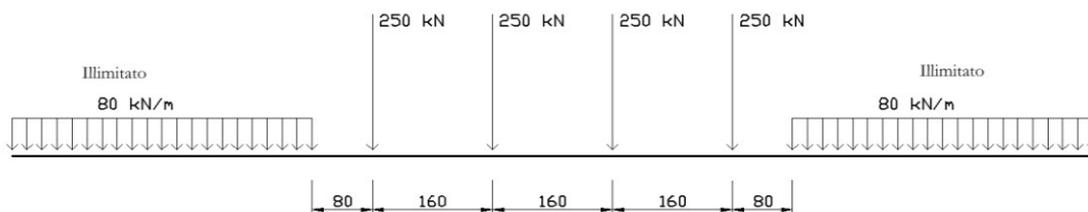


Figura 5 - Treno LM71

Il sovraccarico ferroviario (LM71) è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast (al di sotto delle traversine) e terrapieno con una rapporto 4/1 e 1/1 all'interno della soletta di copertura fino al piano medio della struttura, con un aumento dell'impronta di carico pari a:

$$\Delta_d = 0.688 \quad \text{m}$$

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta dunque pari a:

$$L_d = 2.60 + 2 \Delta_d = 3.98 \quad \text{m}$$

Si determina la larghezza di diffusione in direzione longitudinale del singolo asse, considerando una larghezza della traversina pari a 0.25m:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 85

$$L_l = 0.25 + 2 \times \Delta_d = 1.63 \quad \text{m}$$

Si assume una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati

$$L_l = 6.40 \text{ m}$$

Pertanto il carico ripartito dovuto al treno LM71 (considerando il coefficiente di adattamento $\alpha = 1.1$ ed il coefficiente dinamico Φ_2) risulta:

Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate	$P_{V.Q1.cop} = 49.96 \text{ kN/m}$
Carico ripartito prodotto dal carico distribuito	$P_{V.Q2.cop} = 25.58 \text{ kN/m}$

I carichi assiali del treno LM71 saranno dislocati a cavallo dell'asse di mezzzeria della soletta superiore per cogliere il valore del massimo momento in campata; ubicandoli, invece, in adiacenza al piedritto di destra, si coglierà il valore del massimo taglio.

TRENO SW/2

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Viene schematizzato da un carico lineare uniformemente ripartito di valore pari a (coefficiente $\alpha = 1,00$):

$$q_{vk} = 150,00 \text{ kN/m}$$

per cui si ha:

$$q_{SW/2} = \phi_2 \alpha \frac{q_{vk}}{L_d} = 43.61 \quad \text{kN/m}$$

Si considera il treno di carico SW/2 applicato su tutta la soletta superiore.

8.1.5 SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO

Treno LM71

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate.

Approccio 1 – Combinazione 1

$$P_{H.Q.ritti} = (P_{V.Q1.cop} / \Phi_2) K_0 = 16.62 \quad \text{kN/m}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 22 di 85

Anche in questo caso, sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione per la spinta sul piedritto sinistro e 11 e 16 per la spinta sul piedritto destro, le seguenti forze:

Spinta semispessore soletta di copertura	$P_{H.Q.cop} = 8.31\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.Q.fond} = 9.97\text{kN}$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_{H.Q.ritti} = (P_{V.Q1.cop} / \Phi_2) K_0 = 20.32 \quad \text{kN/m}$$

Anche in questo caso, sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione, le seguenti forze:

Spinta semispessore soletta di copertura	$P_{H.Q.cop} = 10.16\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.Q.fond} = 12.19\text{kN}$

Treno SW/2

Approccio 1 – Combinazione 1

$$p_{H.Q.ritti} = (q_{sw/2} / \Phi_2) K_0 = 14.50 \quad \text{kN/m}$$

Anche in questo caso, sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione, le seguenti forze:

Spinta semispessore soletta di copertura	$Q_{H.Q.cop} = 7.25\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$Q_{H.Q.fond} = 8.70\text{kN}$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_{H.Q.ritti} = (q_{sw/2} / \Phi_2) K_0 = 17.74 \quad \text{kN/m}$$

Anche in questo caso, sono stati aggiunti, come carichi concentrati nei nodi della copertura e della fondazione, le seguenti forze:

Spinta semispessore soletta di copertura	$Q_{H.Q.cop} = 8.87\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$Q_{H.Q.fond} = 10.64\text{kN}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 23 di 85	

8.1.6 FRENATURA E AVVIAMENTO

Treno LM71

Avviamento $A_v = 33 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 8.30 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

Frenatura $A_v = 35 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 8.81 \text{ kN/m}$$

8.1.7 AZIONI TERMICHE

Alla soletta superiore si è applicata una variazione termica uniforme pari a $\Delta T_u = \pm 15^\circ\text{C}$. Il valore applicato della variazione termica uniforme viene ridotto di 1/3 per considerare gli effetti viscosi del calcestruzzo, ed è quindi pari a $\pm 5^\circ\text{C}$.

Alla soletta superiore e ai piedritti è applicata una variazione termica nello spessore, tra estradosso ed intradosso, pari a $\Delta T_v = \pm 5^\circ\text{C}$.

8.1.8 RITIRO

Il ritiro viene applicato mediante una variazione termica uniforme della copertura, in grado di produrre la stessa deformazione nel calcestruzzo.

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine, attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'Eurocodice 2 – UNI EN 1992-1-1-2005 e nel DM 14/01/2008.

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti sulla sola soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = -11.33^\circ\text{C}.$$

Di seguito i risultati delle analisi.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 24 di 85	

Caratteristiche del cls a tempo zero

$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$	classe del cls
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ N/mm}^2$	resistenza a compressione media
cls tipo R	classe del cemento

Tempo e Ambiente

$t_s = 2 \text{ gg}$	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
$t_o = 2 \text{ gg}$	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t = 54750 \text{ gg}$	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u = 2000 \text{ mm}$	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c = 1.00E+06 \text{ mm}^2$	sezione dell'elemento
$u = 1000 \text{ mm}$	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH = 75 \%$	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{Ct} a tempo "t"

Il coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ è pari a:

$$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1.989$$

dove:

$\phi_o = 2.029$	coefficiente nominale di viscosità
$\beta_c(t, t_o) = 0.981$	coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

Deformazione di Ritiro

La deformazione di ritiro $\varepsilon(t, t_o)$ è pari a:

$$\varepsilon_s(t, t_o) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000338677$$

dove:

$\varepsilon_{cd}(t) = 0.000283677$	deformazione dovuta al ritiro per essiccamento
$\varepsilon_{ca}(t) = 0.000055$	deformazione dovuta al ritiro autogeno

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 25 di 85	

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = -\frac{\varepsilon_s(t, t_0)}{(1 + \varphi(t, t_0))\alpha} = -11.33^\circ\text{C}$$

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

8.1.9 AZIONI DELLA FALDA

Il pelo libero della falda è assunto a 5.00 m dalla quota di intradosso della fondazione del sottovia. I valori delle spinte agenti sui piedritti, sono stati calcolati come:

$$P = z \times \gamma_w$$

per cui risulta:

Pressione in asse soletta inferiore	$P_{w1} = 44.00\text{kN/m}$
Pressione intradosso soletta inferiore	$P_{w2} = 50.00\text{kN/m}$

Alle azioni agenti su piedritti sono stati sommati i seguenti carichi:

Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{wf} = 28.20\text{kN}$
Sottopinta semispessore piedritti	$P_{wp} = 25.00\text{kN}$

8.1.10 AZIONI SISMICHE

Forze di inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato 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	$F_h = k_h \times W$
Forza sismica verticale	$F_v = k_v \times W$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 26 di 85	

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{ma} \times g$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008 si è assegnata all'opera una vita nominale $V_N \geq 100$ anni ed una classe d'uso III, $C_u = 1.5$, che danno luogo ad un periodo di riferimento $V_R = V_N \times C_U = 150$ anni.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV ($T_R=1424$ anni) sono i seguenti:

$$\text{latitudine} = 45.392665$$

$$\text{longitudine} = 11.212367$$

$$a_g = 0.215 \text{ g}$$

$$F_0 = 2.435;$$

$$T^*_c = 0.285 \text{ s};$$

Il sottosuolo su cui insiste l'opera ricade in categoria sismica "C" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.39$$

$$S_T = 1.0$$

Risulta quindi:

$$a_{max} = 2.934 \text{ m/s}^2$$

$$k_h = 0.299$$

$$k_v = \pm 0.15$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 85	

Dove nel caso specifico si assumerà, per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari, $\psi_{2j} = 0.2$. Come massa del treno è stato considerato il carico uniformemente distribuito sulla copertura di intensità maggiore tra LM71 e SW/2.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio copertura	$G_1 = 25.00 \text{ kN/m}$
Massa associata al carico permanente	$G_2 = 19.80 \text{ kN/m}$
Massa treno	$Q_k = 49.96 \text{ kN/m}$
Massa associata al peso proprio piedritti	$G_3 = 25.00 \text{ kN/m}$
Massa associata al peso del setto centrale	$G_4 = 0.00 \text{ kN/m}$

Le forze di inerzia applicate al modello di calcolo, pertanto, valgono:

SismaH

Forza orizzontale sulla soletta di copertura (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 16.38 \text{ kN/m}$$

Forza orizzontale sui piedritti (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato ai piedritti):

$$F''_h = k_h G_p = 7.48 \text{ kN/m}$$

Sisma V

Per la forza sismica verticale avremo analogamente (carico verticale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 8.19 \text{ kN/m}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 85

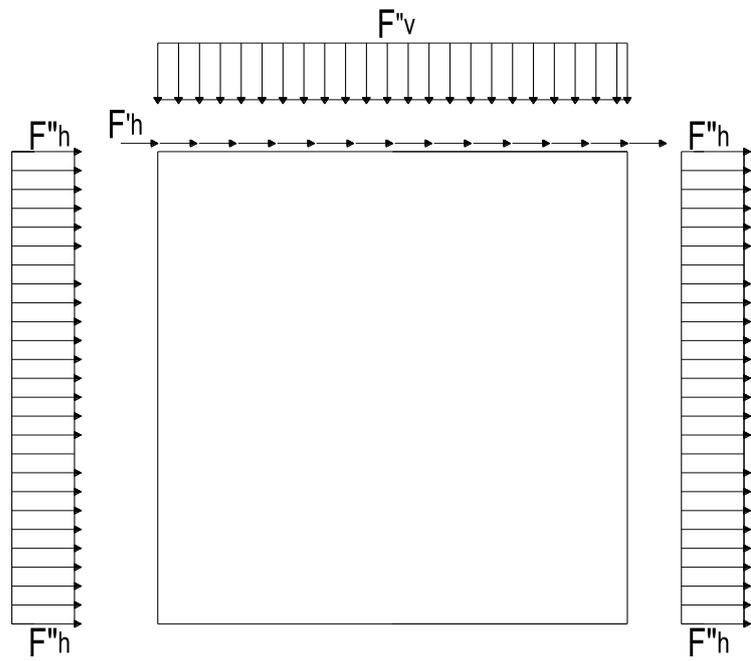


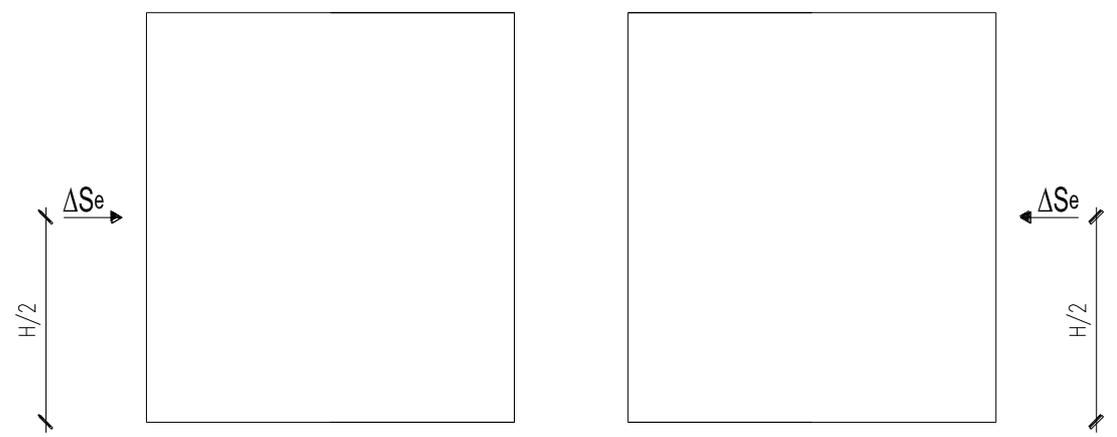
Figura 6 - Forze sismiche agenti sulla struttura

Spinta sismica terreno

Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 421.95 \quad \text{kN/m}$$

con risultante applicata ad un'altezza pari ad H/2.



Sisma proveniente da sinistra Sisma proveniente da destra

Figura 7 - Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 85

Nel modello di calcolo si è applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto, pari a:

$$\Delta_{SE} = \Delta_{SE} / H = 50.23 \quad \text{kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 85	

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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 frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili;

utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \text{ oppure } E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 85

altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	1,0 SW/2
≥ 3	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
	Altri	-	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	-

Tabella 5.2.IV – Valutazione dei carichi da traffico (da DM 14/01/2008)

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			COMMENTI
	Carico Verticale (1)	Treno Scarico	Frenatura ed Avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1.0	-	0.5 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1.0	0.0	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1.0 (0.5)	-	1.0	0.5 (0.0)	0.5 (0.0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0.8 (0.6; 0.4)	-	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	fessurazione

Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 85

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 85

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ (punto 3.2.4 del DM 14/01/2008) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

9 MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale è stata schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. L'analisi è stata svolta impiegando il software Straus 7.2.4.

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo, per il quale è stata considerata una costante di sottofondo

$$K_s = 10000 \text{ kN/m}^3.$$

Di seguito sono riportate delle viste con numerazione dei nodi e con numerazione degli elementi che costituiscono il modello di calcolo analizzato.

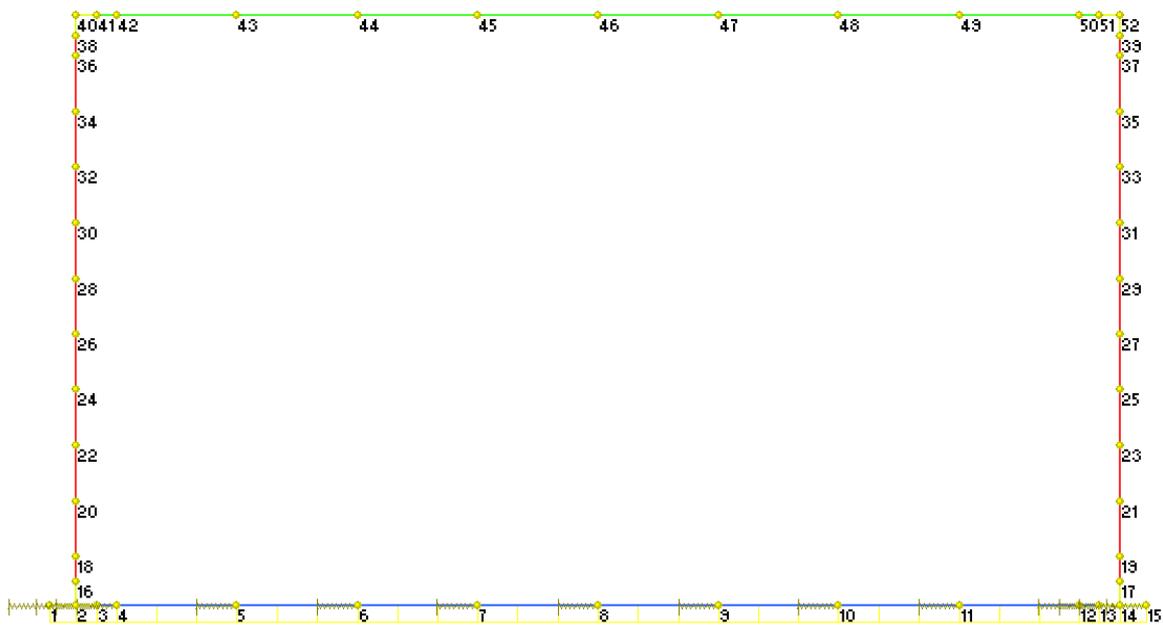


Figura 8 - Modello F.E.M struttura - numerazione nodi

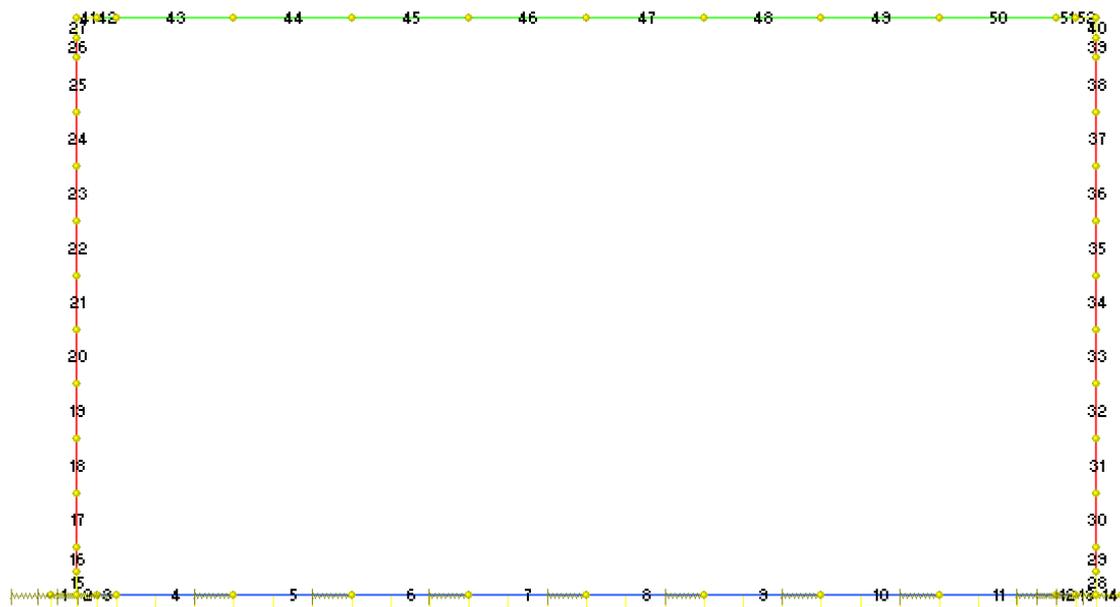


Figura 9 - Modello F.E.M. struttura – numerazione aste

10 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori massimi delle caratteristiche delle sollecitazioni ricavati per le sezioni oggetto di verifica, indicate in figura.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 35 di 85	

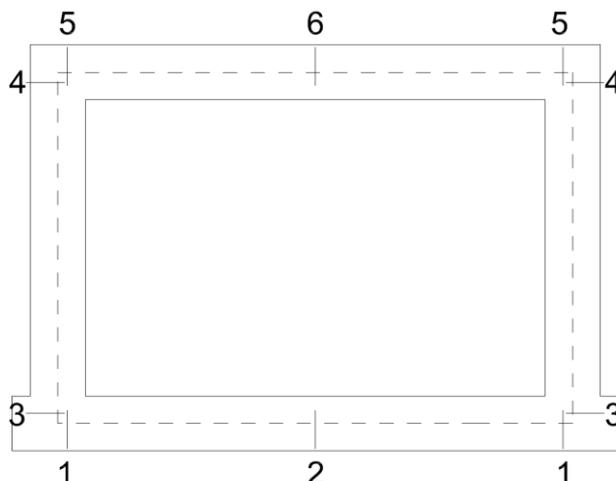


Figura 10 - Sezioni di verifica

Ottenuti dagli involuppi dei seguenti gruppi di combinazioni di carico:

- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLU
- le combinazioni delle azioni in presenza di SISMA ORIZZONTALE, con
$$E_H = \pm 1.00 \times E_X \pm 0.30 \times E_Z$$
e di SISMA VERTICALE, con
$$E_V = \pm 0.30 \times E_X \pm 1.00 \times E_Z$$
- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLE nella combinazione RARA
- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLE nella combinazione QUASI PERMANENTE

Di seguito è riportato l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti dello stato limite ultimo. Le unità di misura adottate nei diagrammi seguenti sono kN–m.

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-1990	1996
	[Bm.15]	[Bm.2]

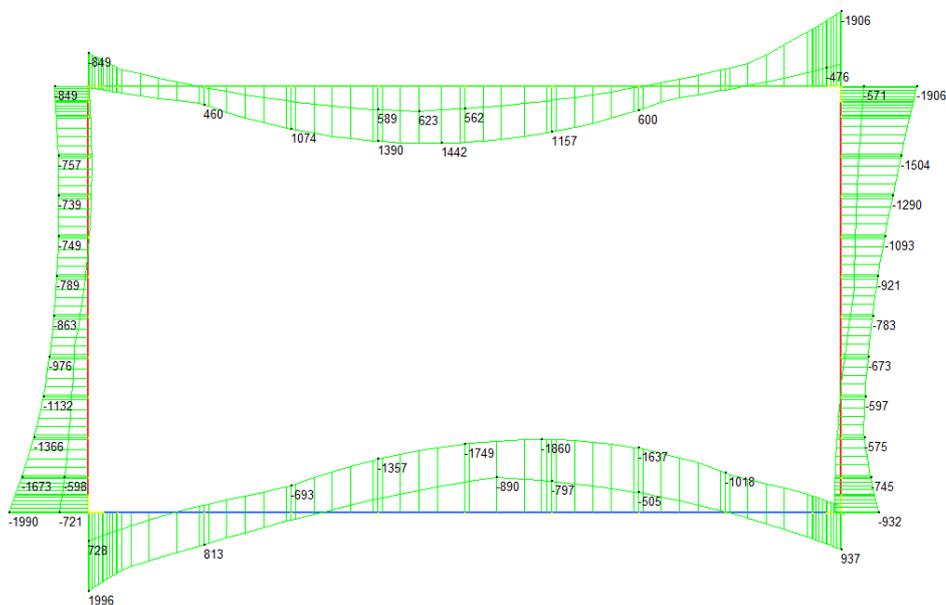


Figura 11 – Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

	MIN	MAX
SF2(kN)	-942	1052
	[Bm.2]	[Bm.13]

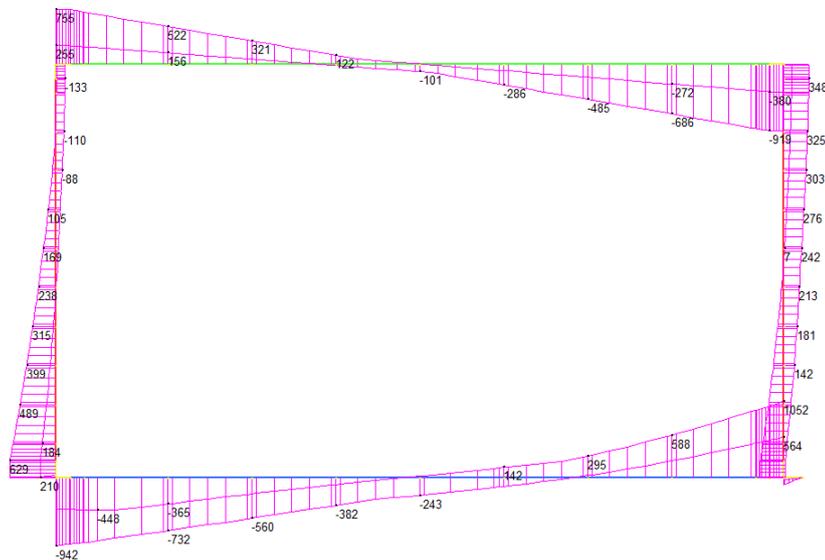


Figura 12 – Involuppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni per tutte le combinazioni di carico relative a tutte le sezioni di verifica.

COP_MEZZ	N	Mx	Vy
----------	---	----	----

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 37 di 85

	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	258	1445	-286
SLE RARA	183	984	-199
SLE FREQUENTE	167	870	-172
SLE QUASI PERM.	100	454	66

COP_INC	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	343	-1677	-919
SLE RARA	243	-1167	-640
SLE FREQUENTE	215	-1012	-566
SLE QUASI PERM.	100	-386	273

FOND_MEZZ	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	0	-1860	-382
SLE RARA	0	-1306	-267
SLE FREQUENTE	0	-1172	-231
SLE QUASI PERM.	0	-667	88

FOND_INC	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	0	1764	986
SLE RARA	0	1244	697
SLE FREQUENTE	0	1095	636
SLE QUASI PERM.	0	514	-396

PIEDR_PIEDE	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	1142	-1828	629
SLE RARA	805	-1287	390
SLE FREQUENTE	732	-1136	356
SLE QUASI PERM.	438	-544	223

PIEDR_TESTA	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	927	-1819	348
SLE RARA	646	-1265	246
SLE FREQUENTE	572	-1099	217
SLE QUASI PERM.	279	-429	100

PIEDR_MEZZ	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	1064	-976	315
SLE RARA	747	-652	159
SLE FREQUENTE	674	-568	136
SLE QUASI PERM.	380	-240	45

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 38 di 85	

11 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE

11.1 INFLESSIONE NEL PIANO DELL'IMPALCATO

In base a quanto indicato nel paragrafo 1.7.4.3.4. delle Istruzioni FS, nonché nel D.M. 14.01.08, considerando la presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente e con il coefficiente α e gli effetti della variazione di temperatura lineare, l'inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato non deve produrre all'estremità dell'impalcato una variazione angolare maggiore di $\theta_{amm} = 1.5 \cdot 10^{-3}$ rad.

Per quanto riguarda le rotazioni attribuibili alla presenza del treno di carico LM71, esse sono valutate sui nodi estremi della soletta superiore e in corrispondenza del piedritto interno, se presente, depurate della rototraslazione rigida della struttura.

Nel caso in esame risulta:

$$\theta_{tot} = 1.3 \times 10^{-4} \text{ rad} \ll \theta_{amm} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Inoltre lo spostamento orizzontale, conseguente all'inflessione per effetto dei carichi accidentali verticali del piano di posa del ballast, dovrà risultare non superiore ad 8.0 mm.

Nel caso in esame risulta:

$$\delta_H = \theta_{tot} \times H = 1.3 \times 10^{-4} \times (1000/2 + 750) = 1.6 \text{ mm} (< 8.0 \text{ mm})$$

11.2 Stato limite di comfort dei passeggeri

L'inflessione verticale deve calcolarsi in asse al binario, considerando il modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente α .

Freccia limite ammissibile (velocità del treno $V > 250\text{km/h}$)

$$\delta_{lim} = 1/1200 \times L = 9.8 \text{ mm}$$

Freccia massima dell'impalcato prodotta dal treno LM71

$$\delta_{max} = 16 - 8 \text{ mm} = 8\text{mm} < \delta_{lim}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 85

12 VERIFICHE STRUTTURALI

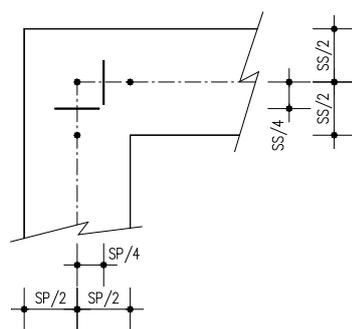
Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche allo stato limite ultimo per le sollecitazioni di taglio e flessione, relative all'involuppo delle combinazioni di carico. In particolare si riportano le sollecitazioni massime per tutte le sezioni di verifica e le combinazioni di carico più gravose (minimo coefficiente di sicurezza), sia per la verifica a flessione sia per la verifica a taglio.

Nelle verifiche della soletta di fondazione, cautelativamente, non si è tenuto in conto del contributo dello sforzo normale.

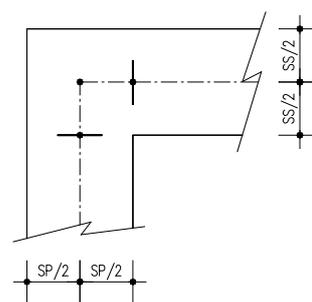
Le verifiche a flessione in corrispondenza dei nodi tra seti adiacenti sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 40 di 85	

Si riporta di seguito l'armatura degli elementi strutturali nelle sezioni di mezzeria e di incastro

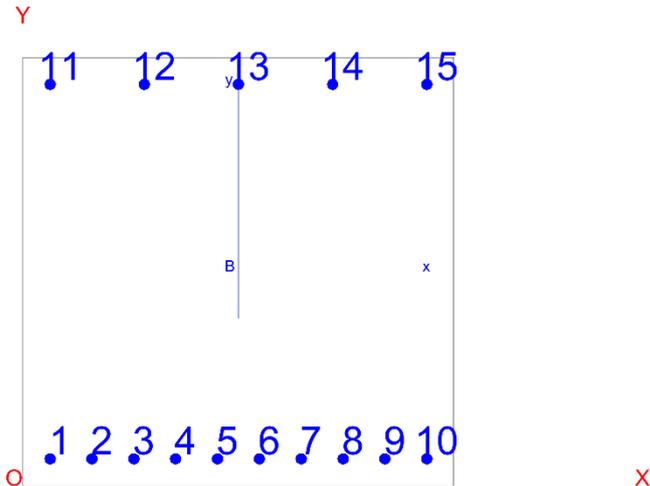
Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]		Flessione		
		B	H	Lato terra	Lato interno	
SOLETTA SUP.	INCASTRO	100	x	100	10Ø26+5Ø26	5Ø26
	MEZZERIA				5Ø26	10Ø26
PIEDRITTI	TESTA	100	x	100	10Ø26+5Ø26	5Ø26
	MEZZERIA				5Ø26	5Ø26
	PIEDE				10Ø26+5Ø26	5Ø26
SOLETTA INF.	INCASTRO	100	x	120	10Ø26	5Ø26
	MEZZERIA				5Ø26	10Ø26

Figura 13 – Tabella armatura

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 41 di 85

12.1 COPERTURA MEZZERIA

Nome sezione: SL04_COP_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	100,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	100,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	16,0	6,3	26
3	25,7	6,3	26
4	35,4	6,3	26
5	45,1	6,3	26
6	54,9	6,3	26
7	64,6	6,3	26
8	74,3	6,3	26
9	84,0	6,3	26
10	93,7	6,3	26
11	6,3	93,7	26
12	28,2	93,7	26
13	50,0	93,7	26
14	71,9	93,7	26
15	93,7	93,7	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="845 235 965 286">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 235 1061 286">Lotto 10</td> <td data-bbox="1061 235 1348 286">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td data-bbox="1348 235 1428 286">Rev. A</td> <td data-bbox="1428 235 1541 286">Foglio 42 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 85		

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	25751	113571	0	1
2	5194	66945	0	1
3	19968	144459	0	1
4	21400	35007	0	1
5	18633	138739	0	1
6	25434	113801	0	1
7	13272	65877	0	1
8	13272	65877	0	1
9	13272	65877	0	1
10	13272	65877	0	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My		
1	18343	79053	(70674)	0 (0)
2	14589	96429	(69620)	0 (0)
3	14965	98417	(69630)	0 (0)
4	18343	79053	(70674)	0 (0)
5	14589	96429	(69620)	0 (0)
6	18343	79053	(70674)	0 (0)
7	16466	98089	(69834)	0 (0)
8	16466	98089	(69834)	0 (0)
9	16466	98089	(69834)	0 (0)
10	16466	98089	(69834)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My		
1	10044	45353	(70534)	0 (0)
2	10044	45353	(70534)	0 (0)
3	10044	45353	(70534)	0 (0)
4	10044	40469	(70889)	0 (0)
5	10044	40469	(70889)	0 (0)
6	10044	40527	(70884)	0 (0)
7	10044	45353	(70534)	0 (0)
8	10044	45353	(70534)	0 (0)
9	10044	45353	(70534)	0 (0)
10	10044	45353	(70534)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 43 di 85

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7,1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	25749	186178	-533	25737	197595	0	1,736	-----
2	S	5173	178222	-108	5204	189037	0	2,821	-----
3	S	19967	183957	-413	19972	195202	0	1,350	-----
4	S	21405	184509	-443	21384	195789	0	5,535	-----
5	S	18625	183438	-386	18627	194642	0	1,402	-----
6	S	25447	186062	-527	25432	197469	0	1,732	-----
7	S	13284	181373	-275	13262	192408	0	2,913	-----
8	S	13284	181373	-275	13262	192408	0	2,913	-----
9	S	13284	181373	-275	13262	192408	0	2,913	-----
10	S	13284	181373	-275	13262	192408	0	2,913	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max		
1	0,00188	-0,00355			100,0	100,0	0,00108	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
2	0,00177	-0,00362			100,0	100,0	0,00098	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
3	0,00185	-0,00357			100,0	100,0	0,00105	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
4	0,00186	-0,00357			100,0	100,0	0,00106	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
5	0,00184	-0,00358			100,0	100,0	0,00104	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
6	0,00188	-0,00356			100,0	100,0	0,00108	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
7	0,00181	-0,00359			100,0	100,0	0,00102	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
8	0,00181	-0,00359			100,0	100,0	0,00102	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
9	0,00181	-0,00359			100,0	100,0	0,00102	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3
10	0,00181	-0,00359			100,0	100,0	0,00102	93,7	93,7	-0,01000	6,3	6,3

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.		
1	0,000000000		0,000126780		-0,010798711	----	----
2	0,000000000		0,000125579		-0,010791149	----	----
3	0,000000000		0,000126441		-0,010796578	----	----
4	0,000000000		0,000126525		-0,010797104	----	----
5	0,000000000		0,000126362		-0,010796080	----	----
6	0,000000000		0,000126762		-0,010798600	----	----
7	0,000000000		0,000126050		-0,010794113	----	----
8	0,000000000		0,000126050		-0,010794113	----	----
9	0,000000000		0,000126050		-0,010794113	----	----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 45 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 85		

1	S	-34,7	0	0,125	26	50	0,201	0,00032	(0,00032)	179
0,098	(0,20)	70674	0							
2	S	-42,9	0	0,125	26	50	0,479	0,00049	(0,00041)	179
0,148	(0,20)	69620	0							
3	S	-43,8	0	0,125	26	50	0,499	0,00052	(0,00041)	179
0,157	(0,20)	69630	0							
4	S	-34,7	0	0,125	26	50	0,201	0,00032	(0,00032)	179
0,098	(0,20)	70674	0							
5	S	-42,9	0	0,125	26	50	0,479	0,00049	(0,00041)	179
0,148	(0,20)	69620	0							
6	S	-34,7	0	0,125	26	50	0,201	0,00032	(0,00032)	179
0,098	(0,20)	70674	0							
7	S	-43,5	0	0,125	26	50	0,493	0,00051	(0,00041)	179
0,154	(0,20)	69834	0							
8	S	-43,5	0	0,125	26	50	0,493	0,00051	(0,00041)	179
0,154	(0,20)	69834	0							
9	S	-43,5	0	0,125	26	50	0,493	0,00051	(0,00041)	179
0,154	(0,20)	69834	0							
10	S	-43,5	0	0,125	26	50	0,493	0,00051	(0,00041)	179
0,154	(0,20)	69834	0							

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D	barre	Betal2
1	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
2	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
3	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
4	S	28,0	0,0	100,0	-819	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
5	S	28,0	0,0	100,0	-819	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
6	S	28,1	100,0	100,0	-820	6,3	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
7	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
8	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
9	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50
10	S	31,3	0,0	100,0	-927	93,7	6,3	2429	53,1	9,7		0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
2	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
3	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
4	S	-17,7	0		0,125	26	50	-0,534	0,00016	(0,00016)		179	
0,050	(0,20)	70889	0										
5	S	-17,7	0		0,125	26	50	-0,534	0,00016	(0,00016)		179	
0,050	(0,20)	70889	0										
6	S	-17,7	0		0,125	26	50	-0,530	0,00016	(0,00016)		179	
0,050	(0,20)	70884	0										
7	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
8	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
9	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										
10	S	-19,9	0		0,125	26	50	-0,209	0,00019	(0,00019)		179	
0,056	(0,20)	70534	0										

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

MATERIALI

fywd	=	391,30	MPa
Rck	=	40	MPa

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL SL 04 A 0 001

Rev.
A

Foglio
46 di 85

gc = 1,5
fck = 0.83xRck = 33,2 MPa
fcd = 0.85xfck/gc = 18,81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 12
braccia = 2,5
øst2 = 0
braccia = 0
passo = 40 cm
(Asw / s) = 7,069 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

ø1 = 26
Numero = 8
Asl = 42,474 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 285,77 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 257,511 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1,46
vmin = 0,357
rl = 0,0045
scp = 0,2575 (Mpa)
VRd = 442,05 (KN) >= OK 370,2337791 (KN)
VRd = 442,05 (KN)
ac = 1,0137 Ned/Ac = 0,2575 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale

VRsd = 583,14 (KN)
VRcd = 2772,84 (KN)
VRd = 583,14 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
Armatura trasversale

VRsd = 233,25 (KN)
VRcd = 4020,61 (KN)
VRd = 233,25 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
cot(q) = 5,79 (calcolato) cot(q) = 2,50 (limitato)
q = 9,81 °
VRsd = 1349,53 (KN)

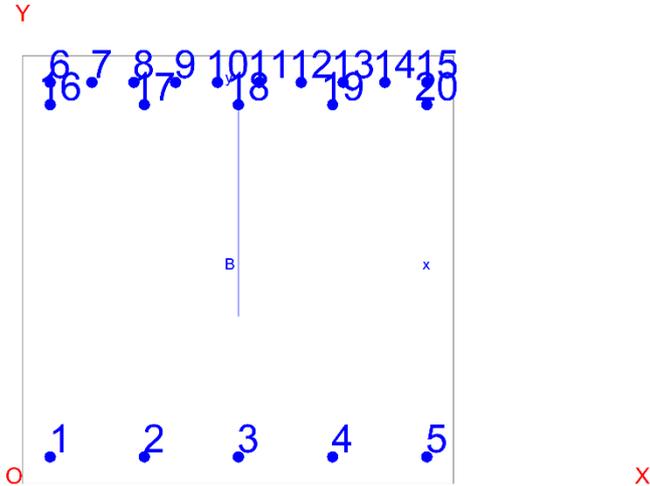
VRcd = 1349,53 (KN)
VRd = 1349,53 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE
VRd = 583 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 47 di 85

12.2 COPERTURA INCASTRO

Nome sezione: SL04_COP_INC



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	100,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	100,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	28,2	6,3	26
3	50,0	6,3	26
4	71,9	6,3	26
5	93,7	6,3	26
6	6,3	93,7	26
7	16,0	93,7	26
8	25,7	93,7	26
9	35,4	93,7	26
10	45,1	93,7	26
11	54,9	93,7	26
12	64,6	93,7	26
13	74,3	93,7	26
14	84,0	93,7	26
15	93,7	93,7	26
16	6,3	88,5	26
17	28,2	88,5	26
18	50,0	88,5	26
19	71,9	88,5	26
20	93,7	88,5	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="842 235 965 286">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 235 1061 286">Lotto 10</td> <td data-bbox="1061 235 1353 286">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td data-bbox="1353 235 1433 286">Rev. A</td> <td data-bbox="1433 235 1541 286">Foglio 48 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 85		

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	34337	-167669 0	1	1
2	1470	-25937 0	1	1
3	8674	14988 0	1	1
4	34337	-167669 0	1	1
5	10046	-66001 0	1	1
6	34020	-167454 0	1	1
7	13272	-53064 0	1	1
8	13272	-53064 0	1	1
9	13272	-53064 0	1	1
10	13272	-53064 0	1	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My
1	24264	-116697 (-75753) 0 (0)
2	8668	-44491 (-75573) 0 (0)
3	24264	-116697 (-75753) 0 (0)
4	24264	-116697 (-75753) 0 (0)
5	8668	-44491 (-75573) 0 (0)
6	24264	-116697 (-75753) 0 (0)
7	8668	-44491 (-75573) 0 (0)
8	8668	-44491 (-75573) 0 (0)
9	8668	-44491 (-75573) 0 (0)
10	8668	-44491 (-75573) 0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My
1	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
2	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
3	10044	-35649 (-76782) 0 (0)
4	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
5	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
6	10044	-38351 (-76502) 0 (0)
7	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
8	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
9	10044	-38592 (-76479) 0 (0)
10	10044	-38592 (-76479) 0 (0)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 85

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2,6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	34363	-259489 1277		34309	-283823 0		1,688	-----
2	S	1461	-247284 55		1446	-271068 0		10,431	-----
3	S	8651	93935 322		8688	99301 0		6,749	-----
4	S	34363	-259489 1277		34309	-283823 0		1,688	-----
5	S	10044	-250497 374		10052	-274431 0		4,140	-----
6	S	34033	-259368 1265		34027	-283715 0		1,689	-----
7	S	13248	-251689 493		13278	-275691 0		5,157	-----
8	S	13248	-251689 493		13278	-275691 0		5,157	-----
9	S	13248	-251689 493		13278	-275691 0		5,157	-----
10	S	13248	-251689 493		13278	-275691 0		5,157	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0,00253	-0,00320		0,0	0,0	0,00169	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
2	0,00234	-0,00331		0,0	0,0	0,00151	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
3	0,00115	-0,00395	100,0	100,0	0,00040	6,3	93,7	-0,01000	93,7	6,3
4	0,00253	-0,00320		0,0	0,0	0,00169	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
5	0,00239	-0,00328		0,0	0,0	0,00155	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
6	0,00253	-0,00320		0,0	0,0	0,00168	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
7	0,00241	-0,00327		0,0	0,0	0,00157	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
8	0,00241	-0,00327		0,0	0,0	0,00157	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
9	0,00241	-0,00327		0,0	0,0	0,00157	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
10	0,00241	-0,00327		0,0	0,0	0,00157	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0,000000000		-0,000133709	0,002528534	-----
2	0,000000000		-0,000131664	0,002336960	-----
3	0,000000000		0,000118960	-0,010749446	-----
4	0,000000000		-0,000133709	0,002528534	-----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001 Rev. A Foglio 50 di 85

5	0,000000000	-0,000132192	0,002386398	----	----
6	0,000000000	-0,000133691	0,002526886	----	----
7	0,000000000	-0,000132394	0,002405350	----	----
8	0,000000000	-0,000132394	0,002405350	----	----
9	0,000000000	-0,000132394	0,002405350	----	----
10	0,000000000	-0,000132394	0,002405350	----	----

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
Vdsu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)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 [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Vdsu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1	55292	95,0	100,0	0,0084	0,3
2	S	1	50609	95,0	100,0	0,0084	0,0
3	S	1	36181	95,0	100,0	0,0028	0,1
4	S	1	55292	95,0	100,0	0,0084	0,3
5	S	1	51831	95,0	100,0	0,0084	0,1
6	S	1	55247	95,0	100,0	0,0084	0,3
7	S	1	52291	95,0	100,0	0,0084	0,1
8	S	1	52291	95,0	100,0	0,0084	0,1
9	S	1	52291	95,0	100,0	0,0084	0,1
10	S	1	52291	95,0	100,0	0,0084	0,1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	73,0	100,0	0,0	-1719	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
2	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
3	S	73,0	100,0	0,0	-1719	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
4	S	73,0	100,0	0,0	-1719	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
5	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
6	S	73,0	100,0	0,0	-1719	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
7	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
8	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
9	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
10	S	27,8	100,0	0,0	-659	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001 Rev. A Foglio 51 di 85

MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fessMy
1	S		-47,7	0	0,125	26	50	0,579	0,00050	(0,00034)		150
0,127	(0,20)		-75753	0								
2	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								
3	S		-47,7	0	0,125	26	50	0,579	0,00050	(0,00034)		150
0,127	(0,20)		-75753	0								
4	S		-47,7	0	0,125	26	50	0,579	0,00050	(0,00034)		150
0,127	(0,20)		-75753	0								
5	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								
6	S		-47,7	0	0,125	26	50	0,579	0,00050	(0,00034)		150
0,127	(0,20)		-75753	0								
7	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								
8	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								
9	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								
10	S		-18,2	0	0,125	26	50	-1,885	0,00013	(0,00013)		150
0,034	(0,20)		-75573	0								

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Betal2
1	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
2	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
3	S	22,5	100,0	0,0	-511	16,0	93,7	2450	79,6	9,7	0,50
4	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
5	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
6	S	24,2	100,0	0,0	-554	54,9	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
7	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
8	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
9	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50
10	S	24,3	100,0	0,0	-558	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fessMy
1	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
2	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
3	S		-14,4	0	0,125	26	50	-1,319	0,00010	(0,00010)		159
0,028	(0,20)		-76782	0								
4	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
5	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
6	S		-15,5	0	0,125	26	50	-0,990	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76502	0								
7	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
8	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
9	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								
10	S		-15,6	0	0,125	26	50	-0,964	0,00011	(0,00011)		154
0,029	(0,20)		-76479	0								

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="845 232 967 291">Progetto IN17</td> <td data-bbox="967 232 1062 291">Lotto 10</td> <td data-bbox="1062 232 1355 291">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td data-bbox="1355 232 1434 291">Rev. A</td> <td data-bbox="1434 232 1549 291">Foglio 52 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 85		

MATERIALI

$f_{ywd} = 391,30 \text{ MPa}$
 $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 $g_c = 1,5$
 $f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 33,2 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / g_c = 18,81 \text{ MPa}$

ARMATURE A TAGLIO

$\phi_{st} = 12$
braccia = 2,5
 $\phi_{st2} = 0$
braccia = 0
passo = 40 cm
(Asw / s) = 7,069 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

$\phi_l = 26$
Numero = 10
Asl = 53,093 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 918,746 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 343,374 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k = 1,46$
 $v_{min} = 0,357$
 $r_l = 0,0057$
 $sc_p = 0,3434 \text{ (Mpa)}$
 $VR_d = 485,46 \text{ (KN)} \geq \text{OK } 382,3018238 \text{ (KN)}$
 $VR_d = 485,46 \text{ (KN)}$
 $ac = 1,0183 \text{ Ned/Ac} = 0,3434 \text{ (Mpa)}$

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale
 $VR_{sd} = 583,14 \text{ (KN)}$
 $VR_{cd} = 2785,32 \text{ (KN)}$
 $VR_d = 583,14 \text{ (KN)} \quad \min(VR_{sd}, VR_{cd})$

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
Armatura trasversale
 $VR_{sd} = 233,25 \text{ (KN)}$
 $VR_{cd} = 4038,71 \text{ (KN)}$
 $VR_d = 233,25 \text{ (KN)} \quad \min(VR_{sd}, VR_{cd})$

IPOTESI 3 Cot q in cui $VR_{sd} = VR_{cd}$: Rottura bilanciata
cot(q) = 5,80 (calcolato) cot(q) = 2,50 (limitato)
q = 9,78 °
 $VR_{sd} = 1352,66 \text{ (KN)}$
 $VR_{cd} = 1352,66 \text{ (KN)}$
 $VR_d = 1352,66 \text{ (KN)}$

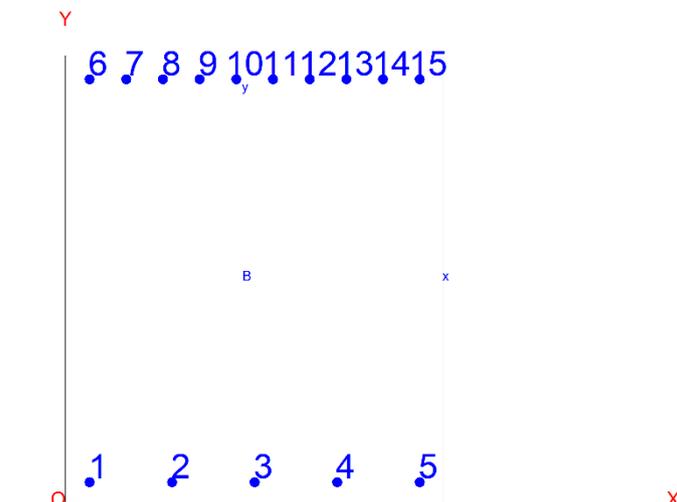
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$VR_d = 583 \text{ (KN)}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 53 di 85

12.3 FONDAZIONE MEZZERIA

Nome sezione: SL04_FOND_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	120,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	120,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	28,2	6,3	26
3	50,0	6,3	26
4	71,9	6,3	26
5	93,7	6,3	26
6	6,3	113,7	26
7	16,0	113,7	26
8	25,7	113,7	26
9	35,4	113,7	26
10	45,1	113,7	26
11	54,9	113,7	26
12	64,6	113,7	26
13	74,3	113,7	26
14	84,0	113,7	26
15	93,7	113,7	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 54 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 54 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 54 di 85		

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-131062 0	1	1
2	0	-95356 0	1	1
3	0	-34856 0	1	1
4	0	-185992 0	1	1
5	0	-80666 0	1	1
6	0	-131062 0	1	1
7	0	-82540 0	1	1
8	0	-82540 0	1	1
9	0	-82540 0	1	1
10	0	-82540 0	1	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	0	-92650 (-94543)	0 (0)
2	0	-122195 (-94543)	0 (0)
3	0	-130351 (-94543)	0 (0)
4	0	-130597 (-94543)	0 (0)
5	0	-130351 (-94543)	0 (0)
6	0	-92650 (-94543)	0 (0)
7	0	-92650 (-94543)	0 (0)
8	0	-92650 (-94543)	0 (0)
9	0	-92650 (-94543)	0 (0)
10	0	-92650 (-94543)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	0	-60328 (-94543)	0 (0)
2	0	-60328 (-94543)	0 (0)
3	0	-66441 (-94543)	0 (0)
4	0	-66710 (-94543)	0 (0)
5	0	-60205 (-94543)	0 (0)
6	0	-60328 (-94543)	0 (0)
7	0	-60328 (-94543)	0 (0)
8	0	-60328 (-94543)	0 (0)
9	0	-60328 (-94543)	0 (0)
10	0	-60328 (-94543)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 55 di 85

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7,1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	1,744	53,1(20,6)		
2	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,397	53,1(20,6)		
3	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	6,557	53,1(20,6)		
4	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	1,229	53,1(20,6)		
5	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,833	53,1(20,6)		
6	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	1,744	53,1(20,6)		
7	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,769	53,1(20,6)		
8	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,769	53,1(20,6)		
9	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,769	53,1(20,6)		
10	S	-24	-215782 0	0	-228534 0	2,769	53,1(20,6)		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
2	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
3	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
4	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
5	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
6	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
7	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
8	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
9	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										
10	0,00154	-0,00368	0,0	0,0	0,00090	6,3	6,3	-0,01000	64,6	
113,7										

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 56 di 85

1	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
2	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
3	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
4	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
5	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
6	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
7	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
8	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
9	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700
10	0,000000000	-0,000101511	0,001541824	0,134	0,700

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
Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)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 [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
2	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
3	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
4	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
5	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
6	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
7	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
8	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
9	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
10	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
2	S	60,1	100,0	0,0	-2223	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
3	S	64,2	100,0	0,0	-2372	35,4	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
4	S	64,3	100,0	0,0	-2376	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
5	S	64,2	100,0	0,0	-2372	35,4	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
6	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
7	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
8	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
9	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00
10	S	45,6	100,0	0,0	-1686	93,7	113,7	2429	53,1	9,7	1,00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

$bw = 120$ cm
 $h = 100$ cm
 $c = 6,3$ cm
 $d = h - c = 93,7$ cm

MATERIALI

$fywd = 391,30$ MPa
 $Rck = 40$ MPa
 $gc = 1,5$
 $fck = 0.83 \times Rck = 33,2$ MPa
 $fcd = 0.85 \times fck / gc = 18,81$ MPa

ARMATURE A TAGLIO

$\emptyset st = 12$
 $braccia = 2,5$
 $\emptyset st2 = 0$
 $braccia = 0$
 $passo = 40$ cm
 $(Asw / s) = 7,069$ cm² / m
 $a = 90^\circ$ (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

$\emptyset l = 26$
 $Numero = 8$
 $Asl = 42,474$ cm²

TAGLIO AGENTE $VEd = 381,649$ (KN)
 SFORZO NORMALE $Ned = 0$ (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k = 1,46$
 $vmin = 0,357$
 $rl = 0,0038$
 $scp = 0,0000$ (Mpa)
 $VRd = 458,32$ (KN) $\geq OK$ $400,8487297$ (KN)
 $VRd = 458,32$ (KN)
 $ac = 1,0000$ $Ned/Ac = 0,0000$ (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 $Cot\ q = 2,5$ $q = 21,8^\circ$
 Armatura trasversale

$VRsd = 583,14$ (KN)

$VRcd = 3282,47$ (KN)

$VRd = 583,14$ (KN) $\min(VRsd, VRcd)$

IPOTESI 2 $Cot\ q = 1$ $q = 45^\circ$
 Armatura trasversale

$VRsd = 233,25$ (KN)

$VRcd = 4759,59$ (KN)

$VRd = 233,25$ (KN) $\min(VRsd, VRcd)$

IPOTESI 3 $Cot\ q$ in cui $VRsd = VRcd$: Rottura bilanciata
 $cot(q) = 6,31$ (calcolato) $cot(q) = 2,50$ (limitato)

$q = 9,01^\circ$
 $VRsd = 1471,73$ (KN)

$VRcd = 1471,73$ (KN)

$VRd = 1471,73$ (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$VRd = 583$ (KN)

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL SL 04 A 0 001

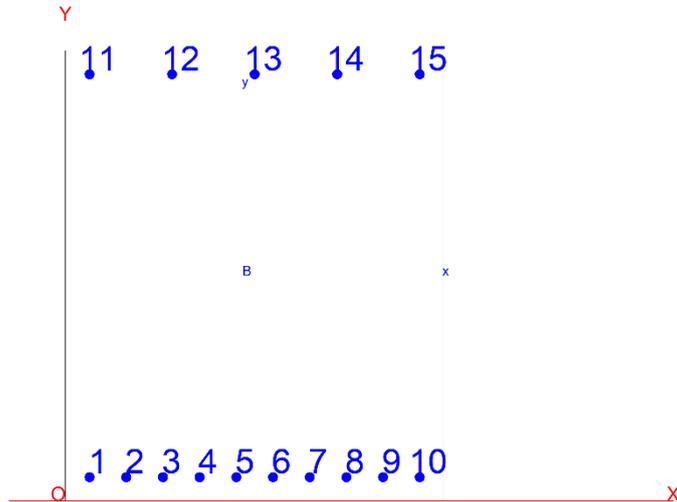
Rev.
A

Foglio
59 di 85

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 60 di 85

12.4 FONDAZIONE INCASTRO

Nome sezione: SL04_FOND_INC



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	120,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	120,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	16,0	6,3	26
3	25,7	6,3	26
4	35,4	6,3	26
5	45,1	6,3	26
6	54,9	6,3	26
7	64,6	6,3	26
8	74,3	6,3	26
9	84,0	6,3	26
10	93,7	6,3	26
11	6,3	113,7	26
12	28,2	113,7	26
13	50,0	113,7	26
14	71,9	113,7	26
15	93,7	113,7	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 61 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 61 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 61 di 85		

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	146803	0	1
2	0	8472	0	1
3	0	176437	0	1
4	0	-42234	0	1
5	0	33172	0	1
6	0	165837	0	1
7	0	72092	0	1
8	0	72092	0	1
9	0	72092	0	1
10	0	72092	0	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My
1	0	124358 (94543) 0 (0)
2	0	8635 (94543) 0 (0)
3	0	124358 (94543) 0 (0)
4	0	8635 (94543) 0 (0)
5	0	25577 (94543) 0 (0)
6	0	124358 (94543) 0 (0)
7	0	124358 (94543) 0 (0)
8	0	124358 (94543) 0 (0)
9	0	124358 (94543) 0 (0)
10	0	124358 (94543) 0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My
1	0	51074 (94543) 0 (0)
2	0	51074 (94543) 0 (0)
3	0	51396 (94543) 0 (0)
4	0	41308 (94543) 0 (0)
5	0	51396 (94543) 0 (0)
6	0	51074 (94543) 0 (0)
7	0	51074 (94543) 0 (0)
8	0	51074 (94543) 0 (0)
9	0	51074 (94543) 0 (0)
10	0	51074 (94543) 0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 62 di 85

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7,1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-24	215782	0	0	228534	0	1,557	53,1(20,6)
2	S	-24	215782	0	0	228534	0	26,975	53,1(20,6)
3	S	-24	215782	0	0	228534	0	1,295	53,1(20,6)
4	S	12	-111197	0	0	-115715	0	2,740	26,5(20,6)
5	S	-24	215782	0	0	228534	0	6,889	53,1(20,6)
6	S	-24	215782	0	0	228534	0	1,378	53,1(20,6)
7	S	-24	215782	0	0	228534	0	3,170	53,1(20,6)
8	S	-24	215782	0	0	228534	0	3,170	53,1(20,6)
9	S	-24	215782	0	0	228534	0	3,170	53,1(20,6)
10	S	-24	215782	0	0	228534	0	3,170	53,1(20,6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max	
1	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
2	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
3	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
4	0,00093	-0,00401		0,0	0,0	0,00032	6,3	6,3	-0,01000	71,9	
5	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
6	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
7	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
8	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
9	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3
10	0,00154	-0,00368		100,0	120,0	0,00090	6,3	113,7	-0,01000	6,3	6,3

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	
1	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
2	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
3	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
4	0,000000000		-0,000096125	0,000929405	0,085	0,700
5	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
6	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
7	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
8	0,000000000		0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 63 di 85

9	0,000000000	0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700
10	0,000000000	0,000101511	-0,010639521	0,134	0,700

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
Vdsu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)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 [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Vdsu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
2	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
3	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
4	S	1	39120	115,0	100,0	0,0023	0,0
5	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
6	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
7	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
8	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
9	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0
10	S	1	48575	115,0	100,0	0,0046	0,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
2	S	4,2	100,0	120,0	-157	16,0	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
3	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
4	S	4,2	100,0	120,0	-157	16,0	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
5	S	12,6	100,0	120,0	-465	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
6	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
7	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
8	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
9	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00
10	S	61,2	100,0	120,0	-2263	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	1,00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio IricAV Due	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 64 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 64 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 64 di 85		

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
2	S	-2,8	0	0,125	26	50	-118,891		0,00003	(0,00003)		179
0,010	(0,20)	94543	0									
3	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
4	S	-2,8	0	0,125	26	50	-118,891		0,00003	(0,00003)		179
0,010	(0,20)	94543	0									
5	S	-8,4	0	0,125	26	50	-12,664	0,00009	(0,00009)		179	
0,028	(0,20)	94543	0									
6	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
7	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
8	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
9	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									
10	S	-40,8	0	0,125	26	50	0,422	0,00048	(0,00045)		179	
0,145	(0,20)	94543	0									

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Betal2
1	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
2	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
3	S	25,3	100,0	120,0	-935	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
4	S	20,3	100,0	120,0	-752	93,7	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
5	S	25,3	100,0	120,0	-935	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
6	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
7	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
8	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
9	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50
10	S	25,1	100,0	120,0	-929	6,3	6,3	2429	53,1	9,7	0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
2	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
3	S	-16,8	0	0,125	26	50	-0,692	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
4	S	-13,5	0	0,125	26	50	-1,619	0,00015	(0,00015)		179	
0,046	(0,20)	94543	0									
5	S	-16,8	0	0,125	26	50	-0,692	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
6	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
7	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
8	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
9	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									
10	S	-16,7	0	0,125	26	50	-0,713	0,00019	(0,00019)		179	
0,057	(0,20)	94543	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	120	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

MATERIALI

fywd	=	391,30 MPa
------	---	------------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL SL 04 A 0 001

Rev.
A

Foglio
65 di 85

Rck = 40 MPa
gc = 1,5
fck = 0.83xRck = 33,2 MPa
fcd = 0.85xfck/gc = 18,81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 12
braccia = 2,5
øst2 = 0
braccia = 0
passo = 40 cm
(Asw / s) = 7,069 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26
Numero = 8
Asl = 42,474 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 985,633 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1,46
vmin = 0,357
rl = 0,0038
scp = 0,0000 (Mpa)

VRd = 458,32 (KN) >= OK 400,8487297 (KN)
VRd = 458,32 (KN)
ac = 1,0000 Ned/Ac = 0,0000 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale

VRsd = 583,14 (KN)

VRcd = 3282,47 (KN)

VRd = 583,14 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
Armatura trasversale

VRsd = 233,25 (KN)

VRcd = 4759,59 (KN)

VRd = 233,25 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
cot(q) = 6,31 (calcolato) cot(q) = 2,50 (limitato)

q = 9,01 °
VRsd = 1471,73 (KN)

VRcd = 1471,73 (KN)

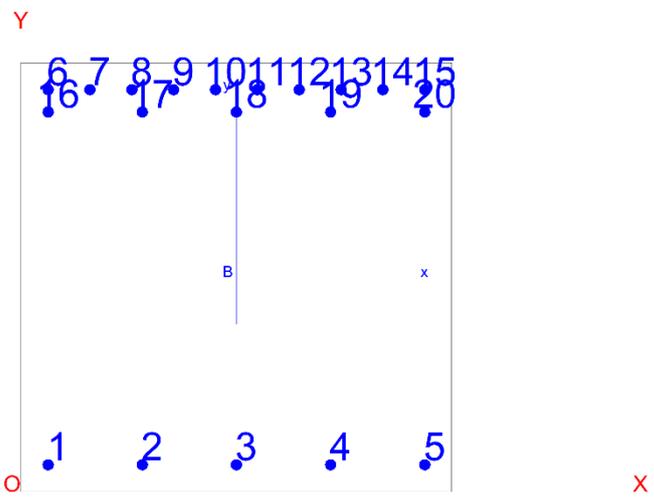
VRd = 1471,73 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 583 (KN)

12.5 PIEDRITTI PIEDE

Nome sezione: SL04_PIEDR_PIEDE



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100,0	100,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	100,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6,3	6,3	26
2	28,2	6,3	26
3	50,0	6,3	26
4	71,9	6,3	26
5	93,7	6,3	26
6	6,3	93,7	26
7	16,0	93,7	26
8	25,7	93,7	26
9	35,4	93,7	26
10	45,1	93,7	26
11	54,9	93,7	26
12	64,6	93,7	26
13	74,3	93,7	26
14	84,0	93,7	26
15	93,7	93,7	26
16	6,3	88,5	26
17	28,2	88,5	26
18	50,0	88,5	26
19	71,9	88,5	26
20	93,7	88,5	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 67 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 85		

ST. LIM. ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	114223	-52284	0	1
2	42033	-131798	0	1
3	62945	16789	0	1
4	97192	-182812	0	1
5	42802	-150013	0	1
6	60303	-83585	0	1
7	61002	-76483	0	1
8	61002	-76483	0	1
9	61002	-76483	0	1
10	61002	-76483	0	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My	
1	80533	-40202	(-112384) 0 (0)
2	68057	-117495	(-81228) 0 (0)
3	79797	-38278	(-114905) 0 (0)
4	68792	-128678	(-80529) 0 (0)
5	68792	-128678	(-80529) 0 (0)
6	80533	-40202	(-112384) 0 (0)
7	68792	-128678	(-80529) 0 (0)
8	68792	-128678	(-80529) 0 (0)
9	68792	-128678	(-80529) 0 (0)
10	68792	-128678	(-80529) 0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My	
1	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
2	43059	-48146	(-86537) 0 (0)
3	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
4	43795	-54432	(-84956) 0 (0)
5	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
6	43795	-54432	(-84956) 0 (0)
7	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
8	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
9	43834	-54112	(-85050) 0 (0)
10	43834	-54112	(-85050) 0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 68 di 85

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2,6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	114253	-287981	4247	114213	-312703	0	5,607	-----
2	S	42047	-262302	1563	42034	-286785	0	2,162	-----
3	S	62942	113992	2340	62923	122621	0	8,325	-----
4	S	97191	-282035	3614	97189	-307050	0	1,666	-----
5	S	42780	-262570	1591	42818	-287086	0	1,904	-----
6	S	60309	-268920	2242	60283	-293717	0	3,448	-----
7	S	61017	-269175	2268	60979	-293979	0	3,762	-----
8	S	61017	-269175	2268	60979	-293979	0	3,762	-----
9	S	61017	-269175	2268	60979	-293979	0	3,762	-----
10	S	61017	-269175	2268	60979	-293979	0	3,762	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max	
1	0,00310	-0,00289	0,0	0,0	0,0	0,00222	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
2	0,00257	-0,00318	0,0	0,0	0,0	0,00173	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
3	0,00135	-0,00384	0,0	100,0	0,0	0,00058	6,3	93,7	-0,01000	93,7	6,3
4	0,00295	-0,00297	0,0	0,0	0,0	0,00208	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
5	0,00258	-0,00317	0,0	0,0	0,0	0,00173	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
6	0,00268	-0,00312	0,0	0,0	0,0	0,00183	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
7	0,00269	-0,00312	0,0	0,0	0,0	0,00183	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
8	0,00269	-0,00312	0,0	0,0	0,0	0,00183	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
9	0,00269	-0,00312	0,0	0,0	0,0	0,00183	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7
10	0,00269	-0,00312	0,0	0,0	0,0	0,00183	6,3	6,3	-0,01000	64,6	93,7

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0,000000000	-0,000139812	0,003100372	----	----
2	0,000000000	-0,000134199	0,002574471	----	----
3	0,000000000	0,000121092	-0,010762881	----	----
4	0,000000000	-0,000138176	0,002947113	----	----
5	0,000000000	-0,000134250	0,002579208	----	----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 85

6	0,000000000	-0,000135362	0,002683441	----	----
7	0,000000000	-0,000135406	0,002687561	----	----
8	0,000000000	-0,000135406	0,002687561	----	----
9	0,000000000	-0,000135406	0,002687561	----	----
10	0,000000000	-0,000135406	0,002687561	----	----

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
VsdU Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)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 [daN/cm²]

N°Comb	Ver	VsdU	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1	66676	95,0	100,0	0,0084	1,1
2	S	1	56389	95,0	100,0	0,0084	0,4
3	S	1	43915	95,0	100,0	0,0028	0,6
4	S	1	64249	95,0	100,0	0,0084	1,0
5	S	1	56499	95,0	100,0	0,0084	0,4
6	S	1	58992	95,0	100,0	0,0084	0,6
7	S	1	59092	95,0	100,0	0,0084	0,6
8	S	1	59092	95,0	100,0	0,0084	0,6
9	S	1	59092	95,0	100,0	0,0084	0,6
10	S	1	59092	95,0	100,0	0,0084	0,6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	30,2	100,0	0,0	-263	6,3	93,7	2050	79,6	5,2	1,00
2	S	77,3	100,0	0,0	-1502	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
3	S	29,0	100,0	0,0	-239	16,0	93,7	2000	79,6	9,7	1,00
4	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
5	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
6	S	30,2	100,0	0,0	-263	6,3	93,7	2050	79,6	5,2	1,00
7	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
8	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
9	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
10	S	84,2	100,0	0,0	-1675	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	1,00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001 Rev. A Foglio 70 di 85

MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1	S		-11,1	0	0,125	26	50	-6,815	0,00005	(0,00005)		144
0,013 (0,20)			-112384	0								
2	S		-44,8	0	0,125	26	50	0,522	0,00039	(0,00030)		150
0,100 (0,20)			-81228	0								
3	S		-10,3	0	0,125	26	50	-8,011	0,00005	(0,00005)		152
0,012 (0,20)			-114905	0								
4	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								
5	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								
6	S		-11,1	0	0,125	26	50	-6,815	0,00005	(0,00005)		144
0,013 (0,20)			-112384	0								
7	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								
8	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								
9	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								
10	S		-49,5	0	0,125	26	50	0,608	0,00051	(0,00033)		150
0,130 (0,20)			-80529	0								

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Betal2
1	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
2	S	32,8	100,0	0,0	-541	16,0	93,7	2450	79,6	9,7	0,50
3	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
4	S	36,8	100,0	0,0	-635	74,3	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
5	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
6	S	36,8	100,0	0,0	-635	74,3	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
7	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
8	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
9	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
10	S	36,6	100,0	0,0	-630	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
2	S		-17,2	0	0,125	26	50	-0,615	0,00011	(0,00011)		159
0,029 (0,20)			-86537	0								
3	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
4	S		-19,9	0	0,125	26	50	-0,218	0,00013	(0,00013)		151
0,033 (0,20)			-84956	0								
5	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
6	S		-19,9	0	0,125	26	50	-0,218	0,00013	(0,00013)		151
0,033 (0,20)			-84956	0								
7	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
8	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
9	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								
10	S		-19,7	0	0,125	26	50	-0,235	0,00013	(0,00013)		150
0,032 (0,20)			-85050	0								

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

MATERIALI

$f_{ywd} = 391,30 \text{ MPa}$
 $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 $g_c = 1,5$
 $f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 33,2 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / g_c = 18,81 \text{ MPa}$

ARMATURE A TAGLIO

$\phi_{st} = 12$
 $braccia = 2,5$
 $\phi_{st2} = 0$
 $braccia = 0$
 $passo = 40 \text{ cm}$
 $(A_{sw} / s) = 7,069 \text{ cm}^2 / \text{m}$
 $a = 90^\circ$ (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

$\phi_l = 26$
 $Numero = 10$
 $A_{sl} = 53,093 \text{ cm}^2$

TAGLIO AGENTE $V_{Ed} = 629,312 \text{ (KN)}$
 SFORZO NORMALE $N_{Ed} = 1142,23 \text{ (KN)}$

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k = 1,46$
 $v_{min} = 0,357$
 $r_l = 0,0057$
 $sc_p = 1,1422 \text{ (Mpa)}$
 $V_{Rd} = 597,74 \text{ (KN)} \geq OK \quad 494,5810346 \text{ (KN)}$
 $V_{Rd} = 597,74 \text{ (KN)}$
 $ac = 1,0607 \quad N_{Ed}/A_c = 1,1422 \text{ (Mpa)}$

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 $Cot \ q = 2,5 \quad q = 21,8^\circ$
 Armatura trasversale

$V_{Rsd} = 583,14 \text{ (KN)}$
 $V_{Rcd} = 2901,47 \text{ (KN)}$
 $V_{Rd} = 583,14 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

IPOTESI 2 $Cot \ q = 1 \quad q = 45^\circ$
 Armatura trasversale

$V_{Rsd} = 233,25 \text{ (KN)}$
 $V_{Rcd} = 4207,13 \text{ (KN)}$
 $V_{Rd} = 233,25 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

IPOTESI 3 $Cot \ q \text{ in cui } V_{Rsd} = V_{Rcd} \quad : \text{Rottura bilanciata}$
 $cot(q) = 5,92 \text{ (calcolato)} \quad cot(q) = 2,50 \text{ (limitato)}$
 $q = 9,58^\circ$
 $V_{Rsd} = 1381,40 \text{ (KN)}$

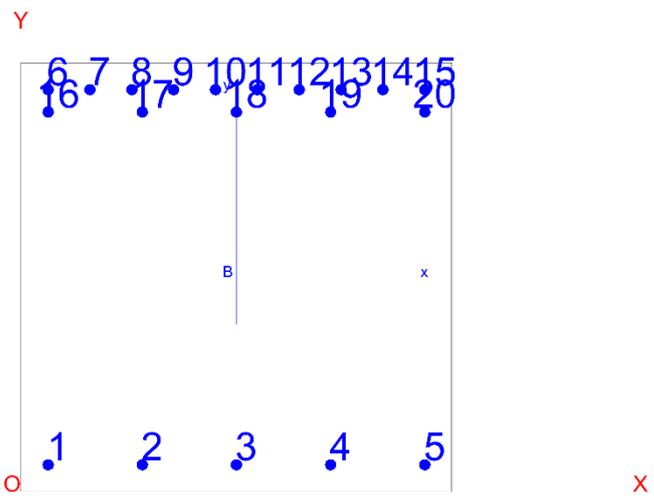
$V_{Rcd} = 1381,40 \text{ (KN)}$
 $V_{Rd} = 1381,40 \text{ (KN)}$

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$V_{Rd} = 583 \text{ (KN)}$

12.6 PIEDRITTI TESTA

Nome sezione: SL04_PIEDR_TESTA



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	100,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	100,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	28,2	6,3	26
3	50,0	6,3	26
4	71,9	6,3	26
5	93,7	6,3	26
6	6,3	93,7	26
7	16,0	93,7	26
8	25,7	93,7	26
9	35,4	93,7	26
10	45,1	93,7	26
11	54,9	93,7	26
12	64,6	93,7	26
13	74,3	93,7	26
14	84,0	93,7	26
15	93,7	93,7	26
16	6,3	88,5	26
17	28,2	88,5	26
18	50,0	88,5	26
19	71,9	88,5	26
20	93,7	88,5	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 235 965 286">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 235 1061 286">Lotto 10</td> <td data-bbox="1061 235 1348 286">Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001</td> <td data-bbox="1348 235 1428 286">Rev. A</td> <td data-bbox="1428 235 1541 286">Foglio 73 di 85</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 85
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 85		

ST. LIM. ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	92702	-173248	0	1
2	25504	4478	0	1
3	26144	6312	0	1
4	91872	-181938	0	1
5	91872	-181938	0	1
6	38654	-59410	0	1
7	39482	-56154	0	1
8	39482	-56154	0	1
9	39482	-56154	0	1
10	39482	-56154	0	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	64592	-120449	(-80555) 0 (0)
2	52238	-55463	(-87399) 0 (0)
3	52851	-53491	(-88252) 0 (0)
4	63979	-126546	(-80080) 0 (0)
5	63979	-126546	(-80080) 0 (0)
6	52238	-55463	(-87399) 0 (0)
7	52851	-53491	(-88252) 0 (0)
8	52851	-53491	(-88252) 0 (0)
9	52851	-53491	(-88252) 0 (0)
10	52851	-53491	(-88252) 0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi
Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	27893	-40436	(-83015) 0 (0)
2	27240	-42650	(-82180) 0 (0)
3	27893	-40436	(-83015) 0 (0)
4	27279	-42901	(-82134) 0 (0)
5	27240	-42650	(-82180) 0 (0)
6	27279	-42901	(-82134) 0 (0)
7	27893	-40436	(-83015) 0 (0)
8	27893	-40436	(-83015) 0 (0)
9	27893	-40436	(-83015) 0 (0)
10	27893	-40436	(-83015) 0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 74 di 85

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2,6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	92677	-280446	3447	92707	-305535	0	1,749	-----
2	S	25491	100235	948	25474	106543	0	29,917	-----
3	S	26157	100484	972	26137	106829	0	19,823	-----
4	S	91864	-280159	3416	91877	-305253	0	1,665	-----
5	S	91864	-280159	3416	91877	-305253	0	1,665	-----
6	S	38670	-261067	1437	38633	-285481	0	4,715	-----
7	S	39496	-261370	1468	39462	-285799	0	4,985	-----
8	S	39496	-261370	1468	39462	-285799	0	4,985	-----
9	S	39496	-261370	1468	39462	-285799	0	4,985	-----
10	S	39496	-261370	1468	39462	-285799	0	4,985	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0,00291	-0,00300	0,0	0,0	0,0	0,00204	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
2	0,00121	-0,00392	0,0	100,0	0,0	0,00046	6,3	93,7	-0,01000	93,7 6,3
3	0,00121	-0,00392	0,0	100,0	0,0	0,00046	6,3	93,7	-0,01000	93,7 6,3
4	0,00290	-0,00300	0,0	0,0	0,0	0,00203	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
5	0,00290	-0,00300	0,0	0,0	0,0	0,00203	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
6	0,00255	-0,00319	0,0	0,0	0,0	0,00171	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
7	0,00256	-0,00319	0,0	0,0	0,0	0,00171	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
8	0,00256	-0,00319	0,0	0,0	0,0	0,00171	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
9	0,00256	-0,00319	0,0	0,0	0,0	0,00171	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7
10	0,00256	-0,00319	0,0	0,0	0,0	0,00171	6,3	6,3	-0,01000	64,6 93,7

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0,000000000	-0,000137750	0,002907150	----	----
2	0,000000000	0,000119626	-0,010753643	----	----
3	0,000000000	0,000119652	-0,010753809	----	----
4	0,000000000	-0,000137671	0,002899734	----	----
5	0,000000000	-0,000137671	0,002899734	----	----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 75 di 85

6	0,000000000	-0,000133982	0,002554077	----	----
7	0,000000000	-0,000134034	0,002559021	----	----
8	0,000000000	-0,000134034	0,002559021	----	----
9	0,000000000	-0,000134034	0,002559021	----	----
10	0,000000000	-0,000134034	0,002559021	----	----

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
VsdU Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)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 [daN/cm²]

N°Comb	Ver	VsdU	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1	63609	95,0	100,0	0,0084	0,9
2	S	1	38579	95,0	100,0	0,0028	0,3
3	S	1	38670	95,0	100,0	0,0028	0,3
4	S	1	63491	95,0	100,0	0,0084	0,9
5	S	1	63491	95,0	100,0	0,0084	0,9
6	S	1	55907	95,0	100,0	0,0084	0,4
7	S	1	56025	95,0	100,0	0,0084	0,4
8	S	1	56025	95,0	100,0	0,0084	0,4
9	S	1	56025	95,0	100,0	0,0084	0,4
10	S	1	56025	95,0	100,0	0,0084	0,4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	78,8	100,0	0,0	-1567	45,1	93,7	2450	79,6	7,1	1,00
2	S	38,0	100,0	0,0	-610	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	1,00
3	S	36,8	0,0	0,0	-577	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
4	S	82,5	100,0	0,0	-1666	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
5	S	82,5	100,0	0,0	-1666	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
6	S	38,0	100,0	0,0	-610	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	1,00
7	S	36,8	0,0	0,0	-577	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
8	S	36,8	0,0	0,0	-577	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
9	S	36,8	0,0	0,0	-577	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00
10	S	36,8	0,0	0,0	-577	93,7	93,7	2450	79,6	5,2	1,00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]



SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 76 di 85
---	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1	S		-46,3	0	0,125	26	50	0,553	0,00043	(0,00031)		154
0,114	(0,20)		-80555	0								
2	S		-19,7	0	0,125	26	50	-1,483	0,00012	(0,00012)		151
0,031	(0,20)		-87399	0								
3	S		-18,8	0	0,125	26	50	-1,722	0,00012	(0,00012)		150
0,029	(0,20)		-88252	0								
4	S		-49,0	0	0,125	26	50	0,600	0,00050	(0,00033)		150
0,128	(0,20)		-80080	0								
5	S		-49,0	0	0,125	26	50	0,600	0,00050	(0,00033)		150
0,128	(0,20)		-80080	0								
6	S		-19,7	0	0,125	26	50	-1,483	0,00012	(0,00012)		151
0,031	(0,20)		-87399	0								
7	S		-18,8	0	0,125	26	50	-1,722	0,00012	(0,00012)		150
0,029	(0,20)		-88252	0								
8	S		-18,8	0	0,125	26	50	-1,722	0,00012	(0,00012)		150
0,029	(0,20)		-88252	0								
9	S		-18,8	0	0,125	26	50	-1,722	0,00012	(0,00012)		150
0,029	(0,20)		-88252	0								
10	S		-18,8	0	0,125	26	50	-1,722	0,00012	(0,00012)		150
0,029	(0,20)		-88252	0								

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Betal2
1	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
2	S	28,3	100,0	0,0	-533	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
3	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
4	S	28,4	100,0	0,0	-536	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
5	S	28,3	100,0	0,0	-533	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
6	S	28,4	100,0	0,0	-536	6,3	93,7	2450	79,6	5,2	0,50
7	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
8	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
9	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50
10	S	27,0	100,0	0,0	-495	25,7	93,7	2450	79,6	5,7	0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								
2	S		-16,1	0	0,125	26	50	-0,856	0,00011	(0,00011)		150
0,027	(0,20)		-82180	0								
3	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								
4	S		-16,2	0	0,125	26	50	-0,833	0,00011	(0,00011)		150
0,027	(0,20)		-82134	0								
5	S		-16,1	0	0,125	26	50	-0,856	0,00011	(0,00011)		150
0,027	(0,20)		-82180	0								
6	S		-16,2	0	0,125	26	50	-0,833	0,00011	(0,00011)		150
0,027	(0,20)		-82134	0								
7	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								
8	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								
9	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								
10	S		-15,1	0	0,125	26	50	-1,107	0,00010	(0,00010)		151
0,025	(0,20)		-83015	0								

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL SL 04 A 0 001

Rev.
A

Foglio
77 di 85

MATERIALI

fywd = 391,30 MPa
Rck = 40 MPa
gc = 1,5
fck = 0.83xRck = 33,2 MPa
fcd = 0.85xfck/gc = 18,81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 12
braccia = 2,5
øst2 = 0
braccia = 0
passo = 40 cm
(Asw / s) = 7,069 cm² / m
a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26
Numero = 10
Asl = 53,093 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 347,97 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 927,023 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1,46
vmin = 0,357
rl = 0,0057
scp = 0,9270 (Mpa)
VRd = 567,49 (KN) >= OK 464,3336907 (KN)
VRd = 567,49 (KN)
ac = 1,0493 Ned/Ac = 0,9270 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°
Armatura trasversale

VRsd = 583,14 (KN)
VRcd = 2870,18 (KN)
VRd = 583,14 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°
Armatura trasversale

VRsd = 233,25 (KN)
VRcd = 4161,76 (KN)
VRd = 233,25 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
cot(q) = 5,89 (calcolato) cot(q) = 2,50 (limitato)
q = 9,64 °
VRsd = 1373,71 (KN)

VRcd = 1373,71 (KN)
VRd = 1373,71 (KN)

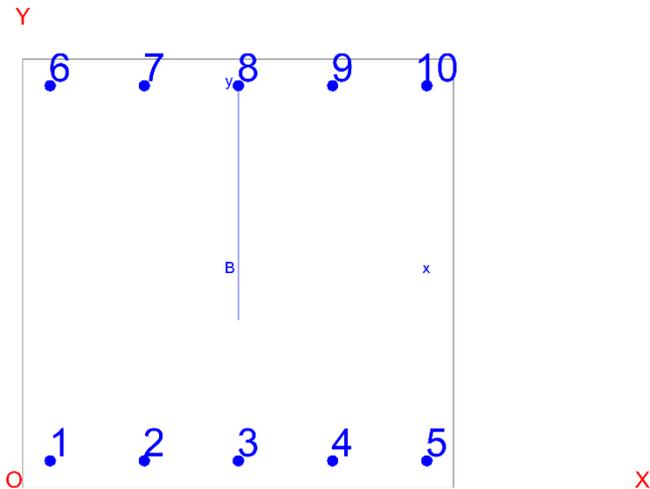
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 583 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 78 di 85

12.7 PIEDRITTI MEZZERIA

Nome sezione: SL04_PIEDR_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100,0	100,0
2	100,0	0,0
3	0,0	0,0
4	0,0	100,0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6,3	6,3	26
2	28,2	6,3	26
3	50,0	6,3	26
4	71,9	6,3	26
5	93,7	6,3	26
6	6,3	93,7	26
7	28,2	93,7	26
8	50,0	93,7	26
9	71,9	93,7	26
10	93,7	93,7	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000,0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001 Rev. A Foglio 79 di 85

N° Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	106376	-64587	0	1
2	34960	-20554	0	1
3	56871	-8424	0	1
4	89989	-97572	0	1
5	36729	-39617	0	1
6	52456	-37825	0	1
7	53155	-35011	0	1
8	53155	-35011	0	1
9	53155	-35011	0	1
10	53155	-35011	0	1

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	74721	-44205 (-88332)	0 (0)
2	61288	-56024 (-76316)	0 (0)
3	74721	-44205 (-88332)	0 (0)
4	62980	-65169 (-74159)	0 (0)
5	62980	-65169 (-74159)	0 (0)
6	74721	-44205 (-88332)	0 (0)
7	62980	-65169 (-74159)	0 (0)
8	62980	-65169 (-74159)	0 (0)
9	62980	-65169 (-74159)	0 (0)
10	62980	-65169 (-74159)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb. N	Mx	My	
1	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
2	36290	-22111 (-87203)	0 (0)
3	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
4	37982	-23982 (-85915)	0 (0)
5	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
6	37982	-23982 (-85915)	0 (0)
7	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
8	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
9	38021	-23896 (-86078)	0 (0)
10	38021	-23896 (-86078)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19,3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 85

N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	106356	-131727 0		106377	-140871 0		2,181	-----
2	S	34951	-104495 0		34945	-110267 0		5,365	-----
3	S	56875	-113036 0		56874	-119780 0		14,219	-----
4	S	89993	-125633 0		90012	-133963 0		1,373	-----
5	S	36738	-105196 0		36758	-111059 0		2,803	-----
6	S	52458	-111329 0		52439	-117866 0		3,116	-----
7	S	53174	-111607 0		53157	-118176 0		3,375	-----
8	S	53174	-111607 0		53157	-118176 0		3,375	-----
9	S	53174	-111607 0		53157	-118176 0		3,375	-----
10	S	53174	-111607 0		53157	-118176 0		3,375	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0,00174	-0,00363	0,0	0,0	0,00095	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
2	0,00135	-0,00384	0,0	0,0	0,00059	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
3	0,00147	-0,00378	0,0	0,0	0,00070	6,3	6,3	-0,01000	93,7	93,7
4	0,00165	-0,00368	0,0	0,0	0,00087	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
5	0,00136	-0,00384	0,0	0,0	0,00060	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
6	0,00145	-0,00379	0,0	0,0	0,00068	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
7	0,00145	-0,00379	0,0	0,0	0,00068	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
8	0,00145	-0,00379	0,0	0,0	0,00068	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
9	0,00145	-0,00379	0,0	0,0	0,00068	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7
10	0,00145	-0,00379	0,0	0,0	0,00068	6,3	6,3	-0,01000	71,9	93,7

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0,000000000	-0,000125311	0,001741638	----	----
2	0,000000000	-0,000121125	0,001349426	----	----
3	0,000000000	-0,000122422	0,001470963	----	----
4	0,000000000	-0,000124361	0,001652649	----	----
5	0,000000000	-0,000121235	0,001359726	----	----
6	0,000000000	-0,000122163	0,001446655	----	----
7	0,000000000	-0,000122205	0,001450569	----	----
8	0,000000000	-0,000122205	0,001450569	----	----
9	0,000000000	-0,000122205	0,001450569	----	----
10	0,000000000	-0,000122205	0,001450569	----	----

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001 Rev. A Foglio 82 di 85

3	S	-15,5	0	0,125	26	50	-2,993	0,00015	(0,00015)	259
0,067	(0,20)	-88332	0							
4	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							
5	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							
6	S	-15,5	0	0,125	26	50	-2,993	0,00015	(0,00015)	259
0,067	(0,20)	-88332	0							
7	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							
8	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							
9	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							
10	S	-27,2	0	0,125	26	50	-0,295	0,00036	(0,00036)	259
0,157	(0,20)	-74159	0							

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Betal2
1	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
2	S	19,8	0,0	0,0	-393	93,7	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
3	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
4	S	21,6	100,0	0,0	-444	93,7	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
5	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
6	S	21,6	100,0	0,0	-444	93,7	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
7	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
8	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
9	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50
10	S	21,5	100,0	0,0	-440	28,2	93,7	2346	26,5	21,9	0,50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
2	S	-7,9	0	0,125	26	50	-6,777	0,00008	(0,00008)	259		
0,035	(0,20)	-87203	0									
3	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
4	S	-8,7	0	0,125	26	50	-5,417	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-85915	0									
5	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
6	S	-8,7	0	0,125	26	50	-5,417	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-85915	0									
7	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
8	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
9	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									
10	S	-8,6	0	0,125	26	50	-5,488	0,00009	(0,00009)	259		
0,039	(0,20)	-86078	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	6,3	cm
d	=	h-c	= 93,7 cm

MATERIALI

fywd	=	391,30	MPa
Rck	=	40	MPa
gc	=	1,5	
fck	=	0.83xRck	= 33,2 MPa
fcd	=	0.85xfck/gc	= 18,81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39
A - SCATOLARE
RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL SL 04 A 0 001

Rev.
A

Foglio
83 di 85

$\varnothing st = 12$
 braccia = 2,5
 $\varnothing st2 = 0$
 braccia = 0
 passo = 40 cm
 (Asw / s) = 7,069 cm² / m
 $a = 90^\circ$ (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

$\varnothing l = 26$
 Numero = 5
 Asl = 26,546 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 315,242 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 1063,762 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k = 1,46$
 $v_{min} = 0,357$
 $r_l = 0,0028$
 $sc_p = 1,0638$ (Mpa)

$VR_d = 496,52$ (KN) \geq OK 483,5523572 (KN)
 $VR_d = 496,52$ (KN)
 $ac = 1,0565$ Ned/Ac = 1,0638 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 $q = 21,8^\circ$
 Armatura trasversale

$VR_{sd} = 583,14$ (KN)

$VR_{cd} = 2890,06$ (KN)

$VR_d = 583,14$ (KN) min(VR_{sd}, VR_{cd})

IPOTESI 2 Cot q = 1 $q = 45^\circ$
 Armatura trasversale

$VR_{sd} = 233,25$ (KN)

$VR_{cd} = 4190,59$ (KN)

$VR_d = 233,25$ (KN) min(VR_{sd}, VR_{cd})

IPOTESI 3 Cot q in cui VR_{sd}=VR_{cd} : Rottura bilanciata
 $cot(q) = 5,91$ (calcolato) $cot(q) = 2,50$ (limitato)

$q = 9,60^\circ$
 $VR_{sd} = 1378,60$ (KN)

$VR_{cd} = 1378,60$ (KN)

$VR_d = 1378,60$ (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$VR_d = 583$ (KN)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 84 di 85

13 VERIFICHE GEOTECNICHE

La sollecitazione massima trasmessa dal sottovia al terreno nell'involuppo delle combinazioni A2 risulta pari a 184 kPa.

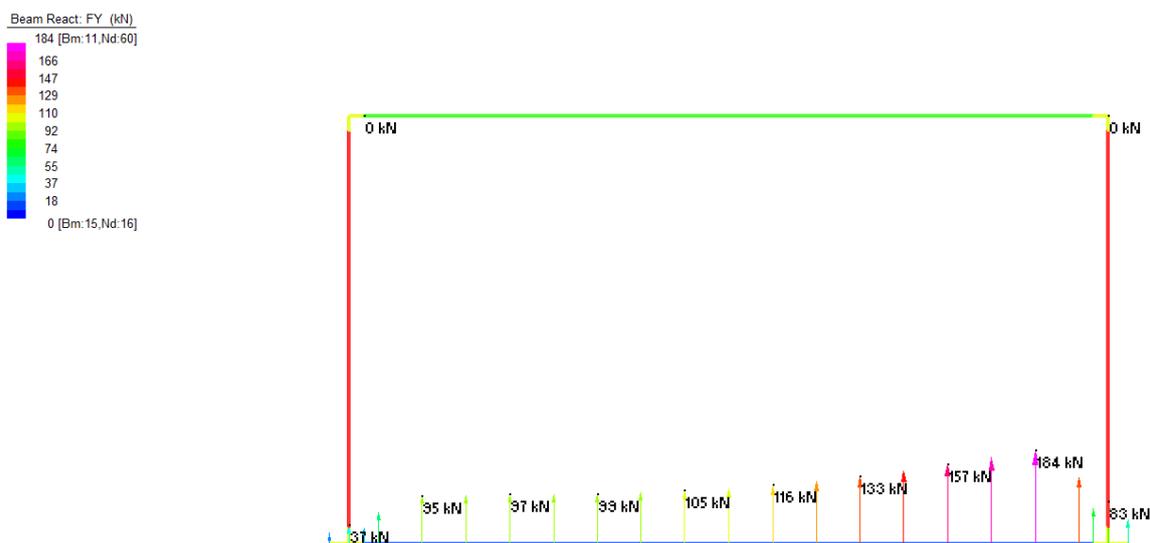


Figura 14 – Sollecitazioni trasmesse al terreno

Per le verifiche della portanza e dei cedimenti si rimanda alla relazione geotecnica.

13.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI SOLLEVAMENTO

In questo paragrafo si riporta la verifica al sollevamento, assumendo nel calcolo del peso dello scatolare (forza stabilizzante) il solo peso proprio delle strutture ed il sovraccarico permanente.

Essendo il peso proprio dello scatolare

$$PP = 345.00 \text{ kN} + 438.00 \text{ kN} + 2 \times 155.00 \text{ kN} + 455.90 \text{ kN} = 1549 \text{ kN}$$

e la sottospinta idraulica

$$SPW = 690 \text{ kN}$$

si ottiene il coefficiente di sicurezza:

$$F.S. = (0.9 PP) / (1.1 SPW) = 1.84 \geq 1.00$$

per cui la verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
SL04 - SOTTOVIA AL km 16+194 - SP39 A - SCATOLARE RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL SL 04 A 0 001	Rev. A	Foglio 85 di 85	

14 VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE

Si riportano, di seguito, i risultati ottenuti dalla valutazione delle incidenze degli elementi che costituiscono il sottovia.

Elemento	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc
	Principale	Ripartizione	Totale	Totale Adottata
SOLETTA SUP.	86	26	112	115
PIEDRITTI	81	26	107	110
SOLETTA INF.	74	31	105	110