

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

IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615

RELAZIONE DI CALCOLO

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

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

IN17 10 Y I2 CL IN6700 001 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	

CIG. 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1710YI2CLIN6700001A
Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 99	

Sommario

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2.1	UNITÀ DI MISURA	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	6
4	CRITERI DI CALCOLO	7
4.1	Criteri e definizione dell'azione sismica	7
4.2	Combinazioni di carico	9
4.2.1	Combinazioni per la verifica allo slu	9
4.2.2	Combinazioni per la verifica allo sle	10
5	MATERIALI UTILIZZATI	12
5.1	CALCESTRUZZO C32/40	12
5.2	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C	13
5.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali	13
5.4	Copriferro minimo e copriferro nominale	14
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	15
6.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	15
6.2	FALDA DI PROGETTO	16
6.3	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	16
7	ANALISI DEL SOTTOPASSO	16
7.1	ANALISI DEI CARICHI	16
7.1.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	17
7.1.2	PERMANENTI PORTATI	17
7.1.3	SPINTA DEL TERRENO	18
7.1.4	CARICHI ACCIDENTALI, RIPARTIZIONE CARICHI VERTICALI	19
7.1.5	SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO	22
7.1.6	FRENATURA E AVVIAMENTO	23
7.1.7	AZIONI TERMICHE	23
7.1.8	RITIRO	23
7.1.9	AZIONI DELLA FALDA	25
7.1.10	AZIONI SISMICHE	26
7.2	COMBINAZIONI DI CARICO	30
8	MODELLAZIONE ADOTTATA	34
9	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	35
10	VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE	38
10.1	INFLESSIONE NEL PIANO DELL'IMPALCATO	38

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 99	

10.2	Stato limite di comfort dei passeggeri.....	39
11	VERIFICHE STRUTTURALI	39
11.1	COPERTURA MEZZERIA.....	41
11.2	COPERTURA INCASTRO	47
11.3	FONDAZIONE MEZZERIA.....	53
11.4	FONDAZIONE INCASTRO	59
11.5	PIEDRITTI PIEDE.....	65
11.6	PIEDRITTI TESTA.....	71
11.7	PIEDRITTI MEZZERIA	77
12	VERIFICHE GEOTECNICHE	83
12.1	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI SOLLEVAMENTO	83
13	VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE.....	84
14	ANALISI E VERIFICHE DELLA PARATIA $\phi 250$	85
14.1	ANALISI DEI CARICHI	85
14.1.1	Spinta del terreno (SPT).....	85
14.1.2	Spinta della falda (SPW).....	85
14.1.3	CARICO VARIABILE (ACC).....	85
14.1.4	Spinta sismica (SPS)	85
14.2	COMBINAZIONI DI CARICO	85
14.3	FASI DI SCAVO	86
14.4	ANALISI DELLA PARATIA	89
14.5	ANALISI DELLE PUNTONATURE PROVVISORIE	93
14.5.1	puntonatura a quota asse cordolo	93
14.5.2	puntonatura a quota -3.25M DA TESTA CORDOLO	94
14.6	VERIFICHE STRUTTURALI	95
14.6.1	Pali $\phi 250$	95
14.6.2	puntonatura a quota asse cordolo	95
14.6.3	puntonatura a quota -3.25m da testa cordolo.....	95
14.6.3.1	Travi di contrasto HEB300	95
14.6.3.2	Puntoni 2HEB300	97
14.7	VERIFICHE GEOTECNICHE	98
14.7.1	Verifica resistenza passiva terreno al piede della paratia (combinazione A2+M2).....	98
14.7.2	Controllo spostamenti (combinazione RARA).....	99

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 99	

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al Progetto Definitivo della tratta AV/AC Verona-Padova, Lotto 2, 2° sub lotto Montebello Vicentino - Vicenza.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche del sottopasso ferroviario al km 41+615.00 della tratta A.V./A.C. Verona-Padova, 2° sub lotto Montebello Vicentino - Vicenza.

Il sottopasso è costituito da una struttura scatolare di tipo classico, di dimensioni interne 3.00x3.50 m, con piedritti di spessore pari a 0.60 m, soletta di copertura di spessore pari a 0.60 m e soletta di fondazione di spessore pari a 0.70 m.

In fase di cantierizzazione dell'opera, al fine di eseguire le operazioni di scavo, è prevista la realizzazione di una paratia di micropali $\phi 250$ di lunghezza $L=15,00$ m posti ad interasse $i=0.35$ m ed armati con tubi $\phi 168.3$ sp=5mm. I micropali sono collegati in testa da un cordolo 50x50cm in c.a e vincolati con 2 registri di puntoni (a quota asse cordolo e a -3.25m da quota testa cordolo) entrambi costituiti da travi di contrasto e puntoni HEB300 (2 HEB300 per i puntoni del registro più basso).

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 99	

- 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.

4 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.

4.1 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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 99	

rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) 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:

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

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);

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 99	

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.

4.2 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.

4.2.1 Combinazioni per la verifica allo slu

Gli stati limite ultimi delle opere interrate 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;

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 99	

- 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:

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

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

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

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

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

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).

4.2.2 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.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 99	

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 99

5 MATERIALI UTILIZZATI

5.1 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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 99	

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

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

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 $t = 365 \text{ gg/a} \times 150 \text{ a} = 54750 \text{ gg}$,

5.2 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

5.3 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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 99	

5.4 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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 99	

6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

6.1 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
42+002	Argille, limi	Rilevato ferroviario

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

$\gamma = \approx 18 \text{ kN/m}^3$ peso di volume

$c_u = 30 \text{ kPa}$ resistenza al taglio non drenata

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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 99	

6.2 FALDA DI PROGETTO

La quota del pelo libero della falda è posta a piano campagna, in accordo con la relazione idrogeologica, a 4.00m dalla quota di intradosso soletta di fondazione.

6.3 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.

7 ANALISI DEL SOTTOPASSO

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	$h_b = 1.00\text{m}$
Larghezza totale dello scatolare	$L_{tot} = 4.20\text{m}$
Larghezza utile dello scatolare	$L_{int} = 3.00\text{m}$
Larghezza mensola di fondazione sinistra	$L_{msx} = 0.00\text{m}$
Larghezza mensola di fondazione destra	$L_{mdx} = 0.00\text{m}$
Spessore della soletta di copertura	$S_s = 0.60\text{m}$
Spessore piedritti	$S_p = 0.60\text{m}$
Spessore ritto centrale	$S_{pc} = 0.00\text{m}$
Spessore della soletta di fondazione	$S_f = 0.70\text{m}$
Altezza libera dello scatolare	$H_{int} = 3.50\text{m}$
Altezza totale dello scatolare	$H_{tot} = 4.80\text{m}$
Quota falda da intradosso fondazione	$H_w = 4.00\text{m}$
Larghezza striscia di calcolo	$b = 1.00\text{m}$

7.1 ANALISI DEI CARICHI

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 99	

7.1.1 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	$P_{ss} = 15.00\text{kN/m}$
Peso soletta inferiore	$P_{si} = 17.50\text{kN/m}$
Peso piedritti	$P_p = 15.00\text{kN/m}$
Peso setto centrale	$P_{pc} = 0.00\text{kN/m}$

7.1.2 PERMANENTI PORTATI

Soletta superiore

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

Permanenti portati soletta superiore	$P_{ps} = 18.00\text{kN/m}$
--------------------------------------	-----------------------------

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 ricoprimiento per metà spessore piedritto	$P_{ps_p} = 5.40\text{kN}$
--	-----------------------------

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 99	

Soletta inferiore

Peso permanenti portati soletta inferiore:

Spessore medio sovrastruttura stradale	= 0.50m
Peso specifico sovrastruttura stradale	= 18.00kN/m ³
Peso sovrastruttura stradale	P _{pi} = 9.00kN/m

7.1.3 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 = 6.92kN/m
Pressione in asse soletta superiore	P ₂ = 9.22kN/m
Pressione in asse soletta inferiore	P ₃ = 41.12kN/m
Pressione intradosso soletta inferiore	P ₄ = 43.81kN/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} = 2.42kN
Spinta semispessore soletta di fondazione	P _{H.t.fond} = 14.86kN

Approccio 1 – Combinazione 2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 99

Pressione estradosso soletta superiore	$P_1 = 8.46\text{kN/m}$
Pressione in asse soletta superiore	$P_2 = 9.74\text{kN/m}$
Pressione in asse soletta inferiore	$P_3 = 48.23\text{kN/m}$
Pressione intradosso soletta inferiore	$P_4 = 51.52\text{kN/m}$

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	$P_{H.t.cop} = 2.73\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.t.fond} = 17.46\text{kN}$

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

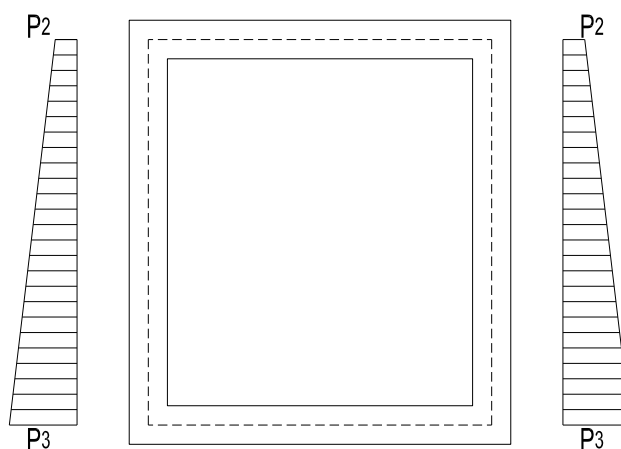


Figura 4 - Spinte del terreno

7.1.4 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 $< 5.0\text{ m}$ e la luce libera $< 8.0\text{ m}$, si applica il punto 5.4 della Tabella 1.4.2.5.3.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 99

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

Lunghezza del trasverso	$L_{soletta}$	=	3.00 m
Altezza dei peidritti	H_{int}	=	3.50 m
Ricoprimento	h	=	1.00 m
	L_m	=	3.33 m
Lunghezza caratteristica	L_F	=	4.33 m
Coeff. incremento dinamico	Φ_2	=	1.20
Coeff. incremento dinamico ridotto	Φ_2	=	1.20

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 $\alpha = 1,1$).

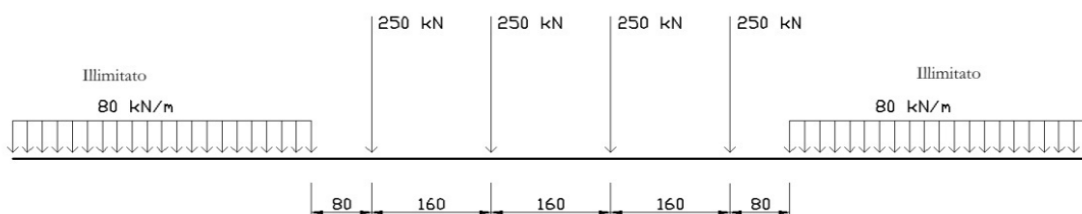


Figura 5 - Treno LM71

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:

$$\Delta_d = 0.463 \quad \text{m}$$

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

$$L_d = 2.60 + 2 \Delta_d = 3.53 \quad \text{m}$$

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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 99	

$$L_1 = 0.25 + 2 \times \Delta_d = 1.18 \quad \text{m}$$

Poiché la larghezza è minore dell'interasse degli assi di 1.60m, le larghezze di diffusione dei singoli assi si sovrappongono. Si assume una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati

$$L_1 = 3 \times 1.60 + 2 \Delta_d = 5.73\text{m}$$

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	$P_{V,Q1.cop} = 65.41\text{kN/m}$
Carico ripartito prodotto dal carico distribuito	$P_{V,Q2.cop} = 29.96\text{kN/m}$

I carichi assiali del treno LM71 saranno dislocati a cavallo dell'asse di mezzeria 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:

$$q_{SW/2} = \phi_2 \alpha \frac{q_{vk}}{L_d} = 51.06 \quad \text{kN/m}$$

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 22 di 99	

7.1.5 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

$$P_{H.Q.ritti} = (P_{V.Q1.cop} / \Phi_2) K_0 = 20.95 \quad \text{kN/m}$$

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	$P_{H.Q.cop} = 6.28\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.Q.fond} = 7.33\text{kN}$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_{H.Q.ritti} = (P_{V.Q1.cop} / \Phi_2) K_0 = 25.62 \quad \text{kN/m}$$

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	$P_{H.Q.cop} = 7.69\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{H.Q.fond} = 8.97\text{kN}$

Treno SW/2

Approccio 1 – Combinazione 1

$$p_{H.Q.ritti} = (q_{sw/2} / \Phi_2) K_0 = 16.35 \quad \text{kN/m}$$

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	$Q_{H.Q.cop} = 4.91\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$Q_{H.Q.fond} = 5.72\text{kN}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 23 di 99	

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_{H.Q.ritti} = (q_{sw/2} / \Phi_2) K_0 = 20.00 \quad \text{kN/m}$$

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	$Q_{H.Q.cop} = 6.00\text{kN}$
Spinta semispessore soletta di fondazione	$Q_{H.Q.fond} = 7.00\text{kN}$

7.1.6 FRENATURA E AVVIAMENTO

Treno LM71

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

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 10.30 \quad \text{kN/m}$$

Treno SW/2

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

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 9.93 \quad \text{kN/m}$$

7.1.7 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 $\Delta T_v = \pm 5^\circ\text{C}$.

7.1.8 RITIRO

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 24 di 99	

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:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = -11.3^\circ\text{C}.$$

Di seguito i risultati delle analisi.

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
$h_o = 2A_c/u = 1200 \text{ mm}$	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c = 6.00\text{E}+05 \text{ mm}^2$	sezione dell'elemento
$u = 1000 \text{ mm}$	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH = 75 \%$	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico E_{ct} a tempo "t"

Il coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ è pari a:

$$\phi(t, t_0) = \phi_o \beta_c(t, t_0) = 2.059$$

dove:

$\phi_o = 2.085$	coefficiente nominale di viscosità
$\beta_c(t, t_0) = 0.988$	coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 25 di 99	

Deformazione di Ritiro

La deformazione di ritiro $\varepsilon(t, t_0)$ è pari a:

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.0003483$$

dove:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{cd}(t) &= 0.0002933 && \text{deformazione dovuta al ritiro per essiccamento} \\ \varepsilon_{ca}(t) &= 0.000055 && \text{deformazione dovuta al ritiro autogeno} \end{aligned}$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = -\frac{\varepsilon_s(t, t_0)}{(1 + \varphi(t, t_0))\alpha} = -11.38^\circ\text{C}$$

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

7.1.9 AZIONI DELLA FALDA

Il pelo libero della falda è assunto a 4.00 m dalla quota di intradosso della fondazione del sottopasso. I valori delle spinte agenti sui piedritti, sono stati calcolati come:

$$P = z \times \gamma_w$$

per cui risulta:

Pressione in asse soletta inferiore	$P_{w1} = 36.50\text{kN/m}$
Pressione intradosso soletta inferiore	$P_{w2} = 40.00\text{kN/m}$

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

Spinta semispessore soletta di fondazione	$P_{wf} = 13.39\text{kN}$
Sottopinta semispessore piedritti	$P_{wp} = 12.00\text{kN}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 26 di 99	

7.1.10 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:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \times W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \times W$$

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:

$$\text{latitudine} = 45.51313$$

$$\text{longitudine} = 11.45820$$

$$a_g = 0.221 \text{ g}$$

$$F_0 = 2.428;$$

$$T^*_c = 0.290 \text{ s};$$

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:

$$S_s = 1.38$$

$$S_T = 1.0$$

Risulta quindi:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 99

$$a_{\max} = 2.949 \text{ m/s}^2$$

$$k_h = 0.302$$

$$k_v = \pm 0.151$$

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

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

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	$G_1 = 15.00 \text{ kN/m}$
Massa associata al carico permanente	$G_2 = 18.00 \text{ kN/m}$
Massa treno	$Q_k = 65.41 \text{ kN/m}$
Massa associata al peso proprio piedritti	$G_3 = 15.00 \text{ kN/m}$
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):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 13.92 \text{ kN/m}$$

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

$$F''_h = k_h G_p = 4.53 \text{ kN/m}$$

Sisma V

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 99

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 6.96 \quad \text{kN/m}$$

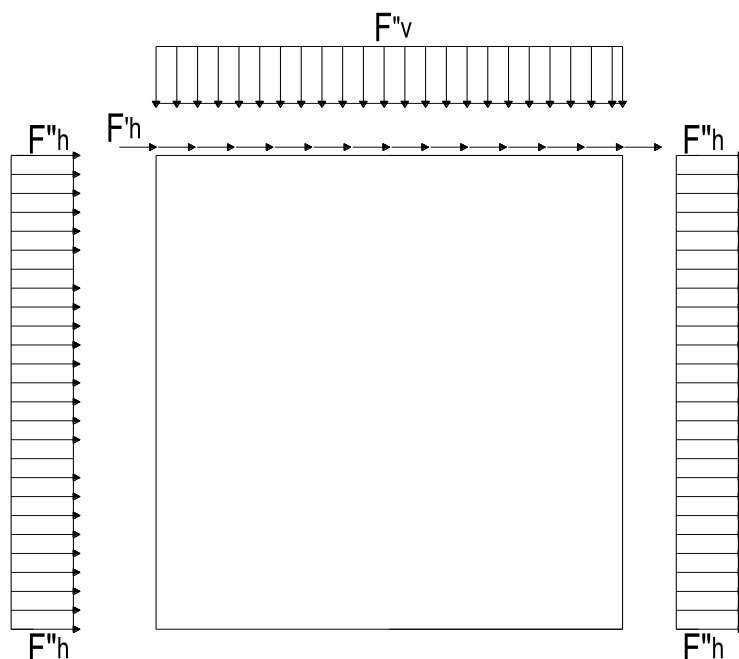


Figura 6 - Forze sismiche agenti sulla struttura

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:

$$\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 139.16 \quad \text{kN/m}$$

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 99

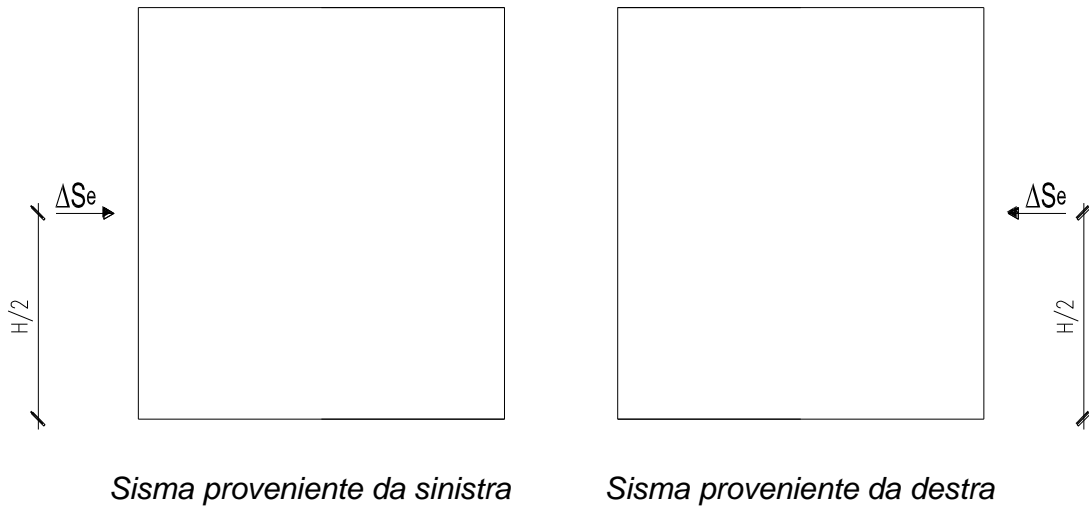


Figura 7 - Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

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

$$\Delta S_E = \Delta S_E / H = 28.99 \quad \text{kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 99	

7.2 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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 99

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
2	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	1,0 SW/2
	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 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 99

		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)

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 99	

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.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 34 di 99	

8 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.

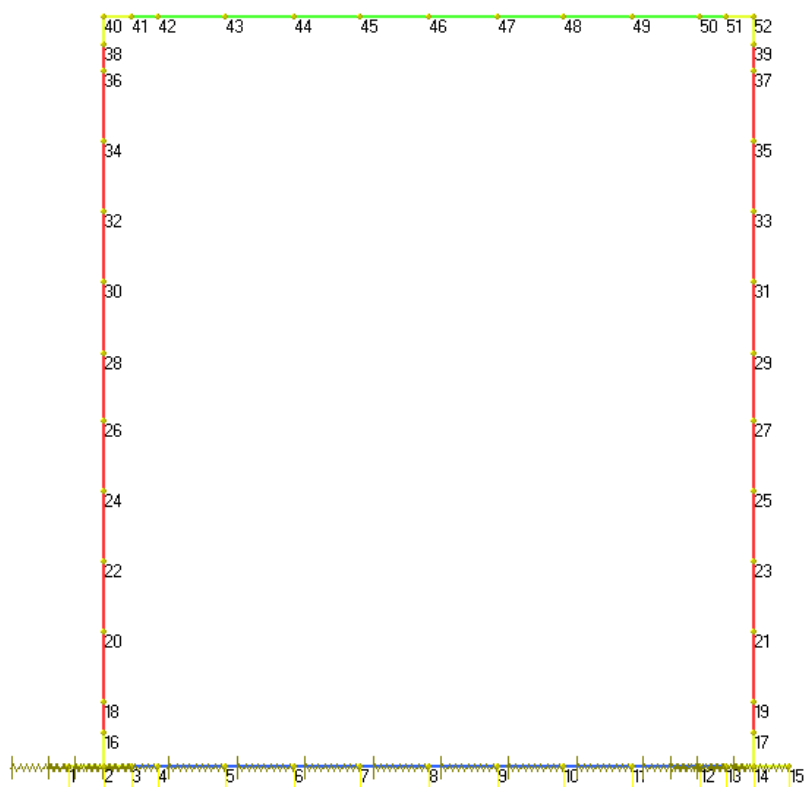


Figura 8 - Modello F.E.M struttura - numerazione nodi

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 35 di 99

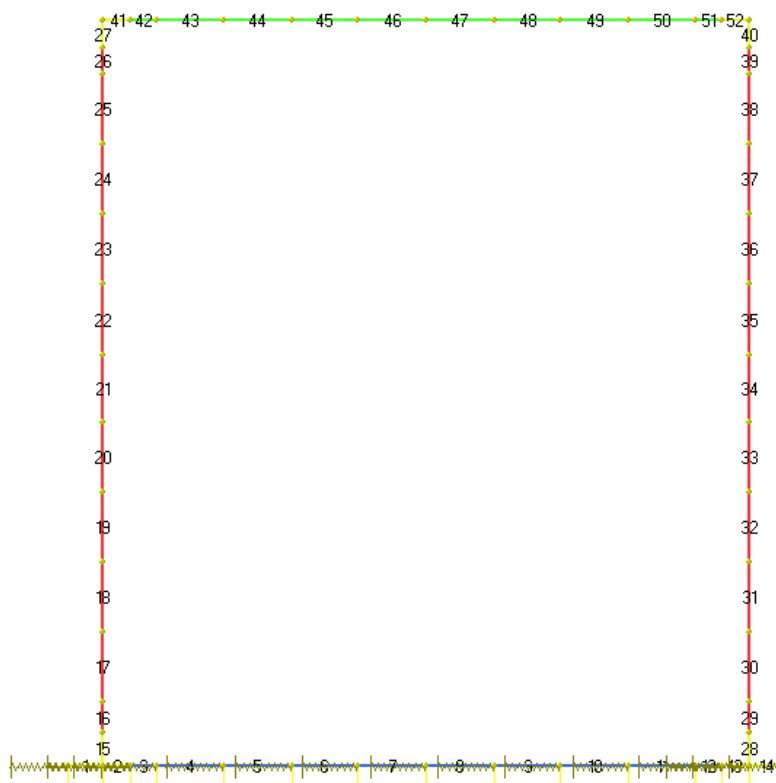


Figura 9 - Modello F.E.M. struttura – numerazione aste

9 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.

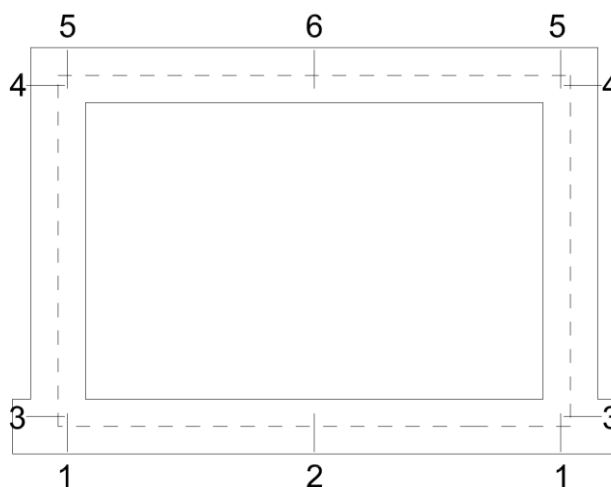


Figura 10 - Sezioni di verifica

Ottenuti dagli involuipi dei seguenti gruppi di combinazioni di carico:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 36 di 99</p>

- 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.

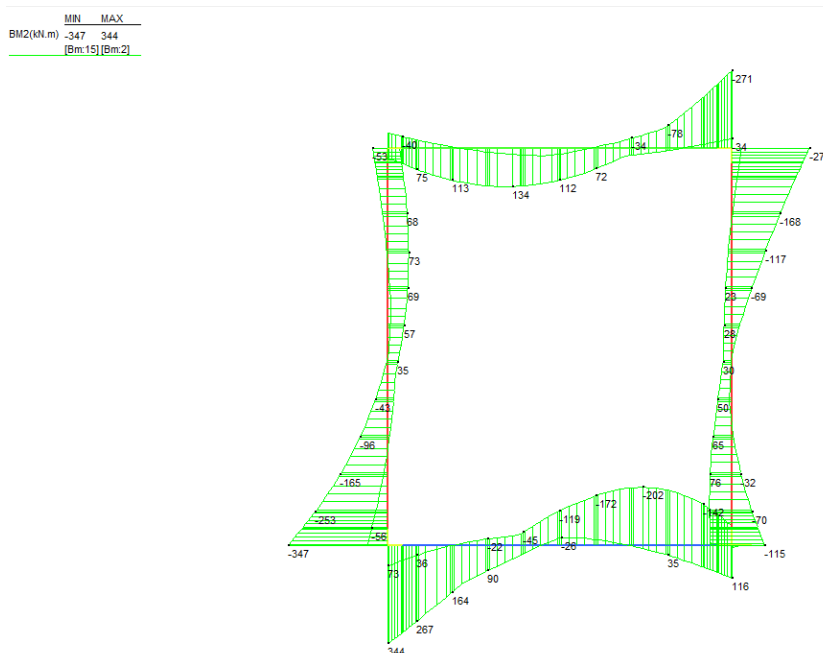


Figura 11 – Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

MIN MAX
 SF2(KN) -317 312
 [Bm.52] [Bm.13]

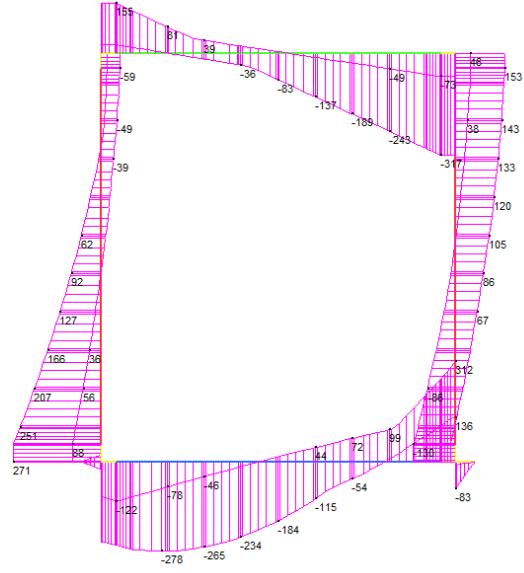


Figura 12 – Involuppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

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
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	113	132	-137
SLE RARA	81	72	-94
SLE FREQUENTE	74	60	-78
SLE QUASI PERM.	45	15	13

COP_INC	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	149	-223	-317
SLE RARA	106	-156	-219
SLE FREQUENTE	94	-131	-186
SLE QUASI PERM.	45	-29	54

FOND_MEZZ	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	0	-202	-234
SLE RARA	0	-135	-162
SLE FREQUENTE	0	-109	-134
SLE QUASI PERM.	0	-22	66

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 38 di 99

FOND_INC	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	0	306	-271
SLE RARA	0	215	-192
SLE FREQUENTE	0	183	-171
SLE QUASI PERM.	0	57	92

PIEDR_PIEDE	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	393	-298	271
SLE RARA	275	-208	193
SLE FREQUENTE	242	-177	173
SLE QUASI PERM.	110	-54	91

PIEDR_TESTA	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	320	-248	153
SLE RARA	221	-172	109
SLE FREQUENTE	188	-144	96
SLE QUASI PERM.	56	-31	45

PIEDR_MEZZ	N	Mx	Vy
	(KN)	(KNm)	(KNm)
SLU	366	50	127
SLE RARA	256	22	89
SLE FREQUENTE	222	22	75
SLE QUASI PERM.	91	22	20

10 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE

10.1 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.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 99	

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:

$$\theta_{\text{tot}} = 1.15 \times 10^{-4} \text{ rad} \ll \theta_{\text{amm}} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

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:

$$\delta_H = \theta_{\text{tot}} \times H = 1.15 \times 10^{-4} \times (0.60/2 + 650) = 0.11 \text{ mm} (< 8.0 \text{ mm})$$

10.2 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 $V > 250\text{km/h}$)

$$\delta_{\text{lim}} = 1/1200 \times L = 2.50 \text{ mm}$$

Freccia massima dell'impalcato prodotta dal treno LM71

$$\delta_{\text{max}} = 0.10\text{mm} < \delta_{\text{lim}}$$

11 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.

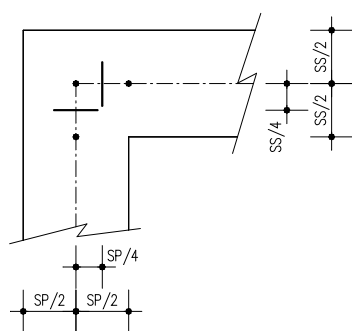
Nelle verifiche della soletta di fondazione, cautelativamente, non si è tenuto in conto del contributo dello sforzo normale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 40 di 99

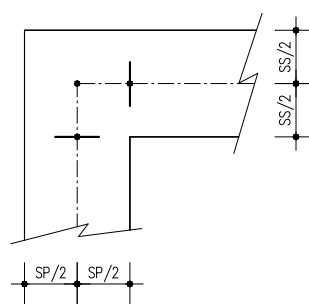
Le verifiche a flessione in corrispondenza dei nodi tra reti adiacenti sono effettuate rispettivamente:

- 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).

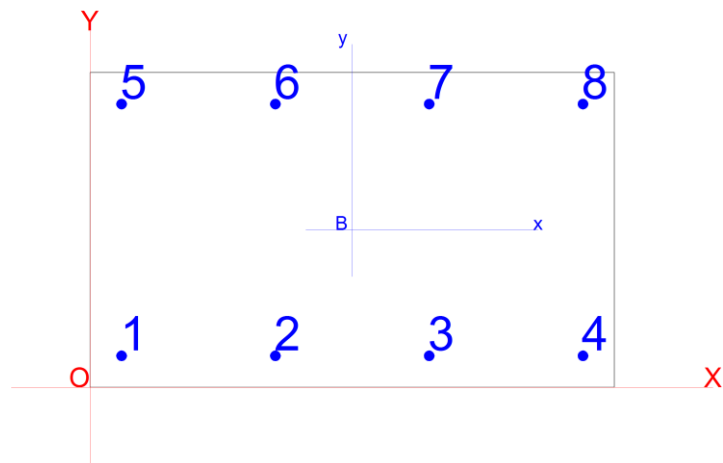
Si riporta di seguito l'armatura degli elementi strutturali nelle sezioni di mezzeria e di incastro

Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]			Flessione	
		B		H	Lato terra	Lato interno
SOLETTA SUP.	INCASTRO	100	x	60	6Ø20	4Ø20
	MEZZERIA				4Ø20	4Ø20
PIEDRITTI	TESTA	100	x	60	6Ø20	4Ø20
	MEZZERIA				4Ø20	4Ø20
	PIEDE				6Ø20	4Ø20
SOLETTA INF.	INCASTRO	100	x	70	6Ø20	4Ø20
	MEZZERIA				4Ø20	4Ø20

Figura 13 – Tabella armatura

11.1 COPERTURA MEZZERIA

Nome sezione: IN67_COP_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	60.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	60.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	54.0	20
6	35.3	54.0	20
7	64.7	54.0	20
8	94.0	54.0	20

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

N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	11300	6500	0	1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 42 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 99		

2	2900	4800	0	1	1
3	8100	13200	0	1	1
4	7900	-300	0	1	1
5	5300	2600	0	1	1
6	11300	6500	0	1	1
7	5900	2800	0	1	1
8	5900	2800	0	1	1
9	5900	2800	0	1	1
10	5900	2800	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	8100	4400 (25856) 0 (0)
2	6600	8700 (22649) 0 (0)
3	7400	7200 (23370) 0 (0)
4	8100	4400 (25856) 0 (0)
5	6600	8700 (22649) 0 (0)
6	8100	4400 (25856) 0 (0)
7	7400	7200 (23370) 0 (0)
8	7400	7200 (23370) 0 (0)
9	7400	7200 (23370) 0 (0)
10	7400	7200 (23370) 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	4500	1500 (30478) 0 (0)
2	4500	1500 (30478) 0 (0)
3	4500	1500 (30478) 0 (0)
4	4500	1300 (32813) 0 (0)
5	4500	1300 (32813) 0 (0)
6	4500	1300 (32813) 0 (0)
7	4500	1500 (30478) 0 (0)
8	4500	1500 (30478) 0 (0)
9	4500	1500 (30478) 0 (0)
10	4500	1500 (30478) 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: 27.3 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 43 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 43 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 43 di 99		

My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
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 TesaArea 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	11302	27399	0	11322	29021	0	4.465	-----
2	S	2886	25357	0	2894	26831	0	5.590	-----
3	S	8104	26627	0	8106	28186	0	2.135	-----
4	S	7871	-26570	0	7875	-28126	0	93.753	-----
5	S	5286	25943	0	5303	27458	0	10.561	-----
6	S	11302	27399	0	11322	29021	0	4.465	-----
7	S	5912	26095	0	5891	27611	0	9.861	-----
8	S	5912	26095	0	5891	27611	0	9.861	-----
9	S	5912	26095	0	5891	27611	0	9.861	-----
10	S	5912	26095	0	5891	27611	0	9.861	-----

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	0.00131	-0.00408		100.0	60.0	0.00005	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
2	0.00122	-0.00412		100.0	60.0	-0.00003		6.0	54.0	-0.01000	6.0
6.0											
3	0.00127	-0.00409		100.0	60.0	0.00002	6.0	54.0	-0.01000	6.0	6.0
4	0.00127	-0.00410		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
5	0.00124	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
6	0.00131	-0.00408		100.0	60.0	0.00005	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
7	0.00125	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
8	0.00125	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
9	0.00125	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
10	0.00125	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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		0.000209427	-0.011256561	----	----
2	0.000000000		0.000207771	-0.011246628	----	----
3	0.000000000		0.000208786	-0.011252716	----	----
4	0.000000000		-0.000208740	0.001271973	----	----
5	0.000000000		0.000208237	-0.011249420	----	----
6	0.000000000		0.000209427	-0.011256561	----	----
7	0.000000000		0.000208351	-0.011250107	----	----
8	0.000000000		0.000208351	-0.011250107	----	----
9	0.000000000		0.000208351	-0.011250107	----	----
10	0.000000000		0.000208351	-0.011250107	----	----

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]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 45 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 99		

7	S	-9.5	0	0.125	20	50	-9.535	0.00017	(0.00017)	287
0.085	(0.20)	23370	0							
8	S	-9.5	0	0.125	20	50	-9.535	0.00017	(0.00017)	287
0.085	(0.20)	23370	0							
9	S	-9.5	0	0.125	20	50	-9.535	0.00017	(0.00017)	287
0.085	(0.20)	23370	0							
10	S	-9.5	0	0.125	20	50	-9.535	0.00017	(0.00017)	287
0.085	(0.20)	23370	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	Beta	l2
1	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
2	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
3	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
4	S	3.6	100.0	60.0	-58	6.0	6.0	1511	12.6	28.0	0.50	
5	S	3.6	100.0	60.0	-58	6.0	6.0	1511	12.6	28.0	0.50	
6	S	3.6	100.0	60.0	-58	6.0	6.0	1511	12.6	28.0	0.50	
7	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
8	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
9	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	0.50	
10	S	4.3	100.0	60.0	-84	6.0	6.0	1597	12.6	28.0	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	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
2	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
3	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
4	S	-1.2	0	0.125	20	50	-317.555		0.00001	(0.00001)	276	
0.005	(0.20)	32813	0									
5	S	-1.2	0	0.125	20	50	-317.555		0.00001	(0.00001)	276	
0.005	(0.20)	32813	0									
6	S	-1.2	0	0.125	20	50	-317.555		0.00001	(0.00001)	276	
0.005	(0.20)	32813	0									
7	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
8	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
9	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									
10	S	-1.5	0	0.125	20	50	-205.421		0.00002	(0.00002)	283	
0.008	(0.20)	30478	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	60	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

øst	=	12	
braccia	=	2.5	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	40	cm
(Asw / s)	=	7.069	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

ϕl = 20
 Numero = 4
 Asl = 12.566 cm²

TAGLIO AGENTE Ved = 137 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 113 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 v_{min} = 0.356
 r_l = 0.0022
 scp = 0.1883 (Mpa)

VR_d = 208.63 (KN) NO 216.8468764 (KN)
 VR_d = 216.85 (KN)
 ac = 1.0100 Ned/Ac = 0.1883 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VR_{sd} = 585.00 (KN)

VR_{cd} = 1662.97 (KN)

VR_d = 585.00 (KN) min (VR_{sd}, VR_{cd})

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

VR_{sd} = 234.00 (KN)

VR_{cd} = 2411.31 (KN)

VR_d = 234.00 (KN) min (VR_{sd}, VR_{cd})

IPOTESI 3 Cot φ in cui VR_{sd}=VR_{cd} : Rottura bilanciata
 cot(φ) = 4.43 (calcolato) cot(φ) = 2.50 (limitato)
 φ = 12.73 °
 VR_{sd} = 1036.21 (KN)

VR_{cd} = 1036.21 (KN)

VR_d = 1036.21 (KN)

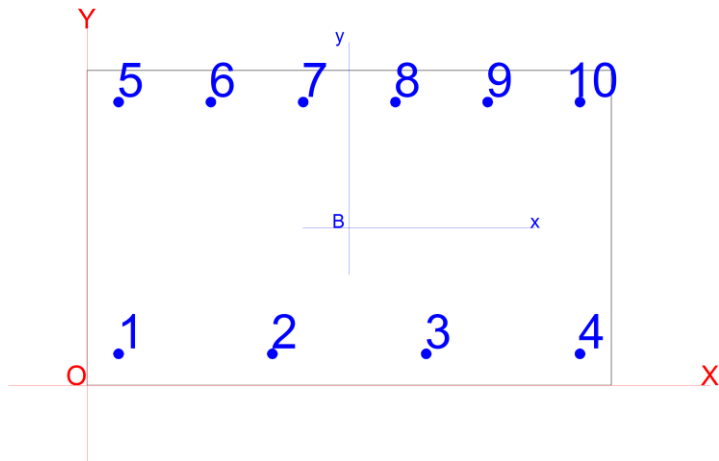
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VR_d = 585 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 47 di 99

11.2 COPERTURA INCASTRO

Nome sezione: IN67_COP_INC



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	60.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	60.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	54.0	20
6	23.6	54.0	20
7	41.2	54.0	20
8	58.8	54.0	20
9	76.4	54.0	20
10	94.0	54.0	20

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

N°Comb. N Mx My Vy Vx

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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 IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 48 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 99		

1	14900	-22300	0	1	1
2	1900	900	0	1	1
3	5500	7500	0	1	1
4	14900	-22300	0	1	1
5	5100	4600	0	1	1
6	14900	-22300	0	1	1
7	5900	-3600	0	1	1
8	5900	-3600	0	1	1
9	5900	-3600	0	1	1
10	5900	-3600	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'inertza (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'inertza (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My		
1	10600	-15600	(-23295)	0 (0)
2	4200	3300	(24546)	0 (0)
3	4200	3300	(24546)	0 (0)
4	10600	-15600	(-23295)	0 (0)
5	4200	3300	(24546)	0 (0)
6	10600	-15600	(-23295)	0 (0)
7	4200	3300	(24546)	0 (0)
8	4200	3300	(24546)	0 (0)
9	4200	3300	(24546)	0 (0)
10	4200	3300	(24546)	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'inertza (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'inertza (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb. N	Mx	My		
1	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
2	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
3	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
4	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
5	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
6	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
7	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
8	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
9	4500	-2900	(-25827)	0 (0)
10	4500	-2900	(-25827)	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: 15.6 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'inertza
My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 49 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 99		

N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inertzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
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 TesaArea 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	14907	-40006	70	14930	-42341	0	1.896	-----
2	S	1900	25093	9	1888	26578	0	29.818	-----
3	S	5513	25961	26	5508	27512	0	3.677	-----
4	S	14907	-40006	70	14930	-42341	0	1.896	-----
5	S	5086	25859	24	5113	27410	0	5.985	-----
6	S	14907	-40006	70	14930	-42341	0	1.896	-----
7	S	5897	-37876	28	5899	-40057	0	11.049	-----
8	S	5897	-37876	28	5899	-40057	0	11.049	-----
9	S	5897	-37876	28	5899	-40057	0	11.049	-----
10	S	5897	-37876	28	5899	-40057	0	11.049	-----

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	0.00160	-0.00392	0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
2	0.00121	-0.00413	100.0	60.0	-0.00003	6.0	6.0	54.0	-0.01000	94.0
6.0										
3	0.00125	-0.00411	100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
4	0.00160	-0.00392	0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
5	0.00124	-0.00411	100.0	60.0	-0.00001	6.0	6.0	54.0	-0.01000	94.0
6.0										
6	0.00160	-0.00392	0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
7	0.00151	-0.00397	0.0	0.0	0.00023	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
8	0.00151	-0.00397	0.0	0.0	0.00023	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
9	0.00151	-0.00397	0.0	0.0	0.00023	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
10	0.00151	-0.00397	0.0	0.0	0.00023	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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	-0.000214813	0.001599915	----	----
2	0.000000000	0.000207657	-0.011245941	----	----
3	0.000000000	0.000208282	-0.011249695	----	----
4	0.000000000	-0.000214813	0.001599915	----	----
5	0.000000000	0.000208214	-0.011249283	----	----
6	0.000000000	-0.000214813	0.001599915	----	----
7	0.000000000	-0.000213127	0.001508865	----	----
8	0.000000000	-0.000213127	0.001508865	----	----
9	0.000000000	-0.000213127	0.001508865	----	----
10	0.000000000	-0.000213127	0.001508865	----	----

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
Vsdv 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]



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615
 RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001 Rev. A Foglio 51 di 99

5	S	-4.2	0	0.125	20	50	-54.328	0.00007	(0.00007)	287
0.036	(0.20)	24546	0							
6	S	-20.8	0	0.125	20	50	-1.230	0.00028	(0.00028)	236
0.114	(0.20)	-23295	0							
7	S	-4.2	0	0.125	20	50	-54.328	0.00007	(0.00007)	287
0.036	(0.20)	24546	0							
8	S	-4.2	0	0.125	20	50	-54.328	0.00007	(0.00007)	287
0.036	(0.20)	24546	0							
9	S	-4.2	0	0.125	20	50	-54.328	0.00007	(0.00007)	287
0.036	(0.20)	24546	0							
10	S	-4.2	0	0.125	20	50	-54.328	0.00007	(0.00007)	287
0.036	(0.20)	24546	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	Beta	l2
1	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
2	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
3	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
4	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
5	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
6	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
7	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
8	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
9	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	0.50	
10	S	7.6	100.0	0.0	-205	58.8	54.0	1909	18.8	17.6	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	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
2	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
3	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
4	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
5	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
6	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
7	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
8	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
9	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									
10	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.656	0.00004	(0.00004)	236		
0.016	(0.20)	-25827	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 60 cm
 h = 100 cm
 c = 6 cm
 d = h-c = 94 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

øst = 12
 braccia = 2.5
 øst2 = 0
 braccia = 0
 passo = 20 cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615
 RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto
 IN17

Lotto
 10

Codifica Documento
 Y12 CL IN 67 0 0 001

Rev.
 A

Foglio
 52 di 99

(Asw / s) = 14.137 cm² / m
 a = 90 ° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

ø1 = 20
 Numero = 5
 Asl = 15.708 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 317 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 149 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 vmin = 0.356
 rl = 0.0028
 scp = 0.2483 (Mpa)

VRd = 228.59 (KN) >= OK 221.9228764 (KN)
 VRd = 228.59 (KN)
 ac = 1.0132 Ned/Ac = 0.2483 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°

Armatura trasversale

VRsd = 1170.00 (KN)

VRcd = 1668.22 (KN)

VRd = 1170.00 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°

Armatura trasversale

VRsd = 468.00 (KN)

VRcd = 2418.93 (KN)

VRd = 468.00 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
 cot(q) = 3.06 (calcolato) cot(q) = 2.50 (limitato)

q = 18.12 °

VRsd = 1430.07 (KN)

VRcd = 1430.07 (KN)

VRd = 1430.07 (KN)

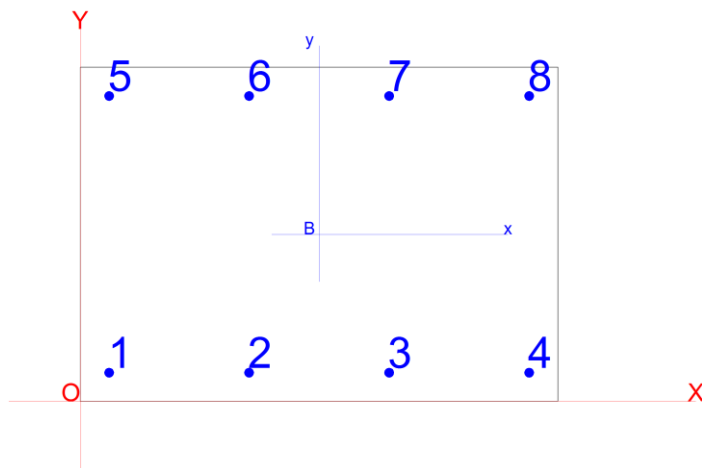
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 1170 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 53 di 99

11.3 FONDAZIONE MEZZERIA

Nome sezione: IN67_FOND_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	70.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	70.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	64.0	20
6	35.3	64.0	20
7	64.7	64.0	20
8	94.0	64.0	20

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-3200	0	1	1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 54 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 54 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 54 di 99		

2	0	-7300	0	1	1
3	0	3500	0	1	1
4	0	-20200	0	1	1
5	0	3500	0	1	1
6	0	-3200	0	1	1
7	0	-2100	0	1	1
8	0	-2100	0	1	1
9	0	-2100	0	1	1
10	0	-2100	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	-2200 (-28116) 0 (0)
2	0	-13400 (-28116) 0 (0)
3	0	-2200 (-28116) 0 (0)
4	0	-13500 (-28116) 0 (0)
5	0	-12700 (-28116) 0 (0)
6	0	-2200 (-28116) 0 (0)
7	0	-2200 (-28116) 0 (0)
8	0	-2200 (-28116) 0 (0)
9	0	-2200 (-28116) 0 (0)
10	0	-2200 (-28116) 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	-1800 (-28116) 0 (0)
2	0	-1800 (-28116) 0 (0)
3	0	-1800 (-28116) 0 (0)
4	0	-2200 (-28116) 0 (0)
5	0	1500 (28116) 0 (0)
6	0	-1800 (-28116) 0 (0)
7	0	-1800 (-28116) 0 (0)
8	0	-1800 (-28116) 0 (0)
9	0	-1800 (-28116) 0 (0)
10	0	-1800 (-28116) 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: 27.3 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 55 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 55 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 55 di 99		

My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertza
 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	-20	-29415	0	0	-30960	0	9.675	12.6(11.6)
2	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	4.241	12.6(11.6)
3	S	-20	29415	0	0	30960	0	8.846	12.6(11.6)
4	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	1.533	12.6(11.6)
5	S	-20	29415	0	0	30960	0	8.846	12.6(11.6)
6	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	9.675	12.6(11.6)
7	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	14.743	12.6(11.6)
8	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	14.743	12.6(11.6)
9	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	14.743	12.6(11.6)
10	S	-20	-29415	0	0	-30960	0	14.743	12.6(11.6)

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	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
2	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
3	0.00105	-0.00413	100.0	70.0	0.00002	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0	
4	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
5	0.00105	-0.00413	100.0	70.0	0.00002	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0	
6	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
7	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
8	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
9	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
10	0.00105	-0.00413		0.0	0.0	0.00002	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità 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	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
2	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
3	0.000000000	0.000172681	-0.011036084	0.095	0.700
4	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
5	0.000000000	0.000172681	-0.011036084	0.095	0.700
6	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
7	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
8	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
9	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	0.700
10	0.000000000	-0.000172681	0.001051559	0.095	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)
 Twct 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]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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: 40%;">Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 57 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 99		

7	S	-2.4	0	0.125	20	50	-162.325	0.00006 (0.00006)	287
0.029 (0.20)		-28116	0						
8	S	-2.4	0	0.125	20	50	-162.325	0.00006 (0.00006)	287
0.029 (0.20)		-28116	0						
9	S	-2.4	0	0.125	20	50	-162.325	0.00006 (0.00006)	287
0.029 (0.20)		-28116	0						
10	S	-2.4	0	0.125	20	50	-162.325	0.00006 (0.00006)	287
0.029 (0.20)		-28116	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	Beta	l2
1	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
2	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
3	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
4	S	5.0	100.0	0.0	-294	6.0	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
5	S	3.4	0.0	70.0	-201	94.0	6.0	1649	12.6	28.0	0.50	
6	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
7	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
8	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
9	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	0.50	
10	S	4.1	100.0	0.0	-241	35.3	64.0	1649	12.6	28.0	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	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
2	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
3	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
4	S	-2.4	0	0.125	20	50	-80.663	0.00006 (0.00006)			287	
0.029 (0.20)		-28116	0									
5	S	-1.7	0	0.125	20	50	-174.666		0.00004 (0.00004)		287	
0.020 (0.20)		28116	0									
6	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
7	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
8	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
9	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									
10	S	-2.0	0	0.125	20	50	-120.990		0.00005 (0.00005)		287	
0.024 (0.20)		-28116	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	70	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

øst	=	12	
braccia	=	2.5	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(Asw / s)	=	14.137	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

ϕl = 20
 Numero = 4
 Asl = 12.566 cm²

TAGLIO AGENTE Ved = 234 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 v_{min} = 0.356
 r_l = 0.0019
 scp = 0.0000 (Mpa)

VR_d = 213.56 (KN) NO 234.3995224 (KN)
 VR_d = 234.40 (KN)
 ac = 1.0000 Ned/Ac = 0.0000 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VR_{sd} = 1170.00 (KN)

VR_{cd} = 1920.91 (KN)

VR_d = 1170.00 (KN) min (VR_{sd}, VR_{cd})

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

VR_{sd} = 468.00 (KN)

VR_{cd} = 2785.31 (KN)

VR_d = 468.00 (KN) min (VR_{sd}, VR_{cd})

IPOTESI 3 Cot φ in cui VR_{sd}=VR_{cd} :Rottura bilanciata
 cot(φ) = 3.30 (calcolato) cot(φ) = 2.50 (limitato)
 φ = 16.85 °
 VR_{sd} = 1545.33 (KN)

VR_{cd} = 1545.33 (KN)

VR_d = 1545.33 (KN)

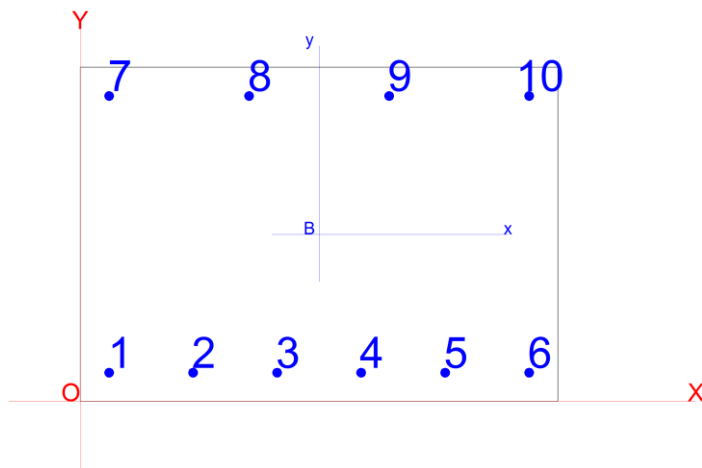
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VR_d = 1170 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 59 di 99

11.4 FONDAZIONE INCASTRO

Nome sezione: IN67_FOND_INC



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	100.0	70.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	70.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

1	6.0	6.0	20
2	23.6	6.0	20
3	41.2	6.0	20
4	58.8	6.0	20
5	76.4	6.0	20
6	94.0	6.0	20
7	6.0	64.0	20
8	35.3	64.0	20
9	64.7	64.0	20
10	94.0	64.0	20

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

N°Comb. N Mx My Vy Vx

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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 IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 60 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 60 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 60 di 99		

1	0	30600	0	1	1
2	0	-2700	0	1	1
3	0	30600	0	1	1
4	0	-14200	0	1	1
5	0	-8700	0	1	1
6	0	26700	0	1	1
7	0	8200	0	1	1
8	0	8200	0	1	1
9	0	8200	0	1	1
10	0	8200	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	21500 (29113)	0 (0)
2	0	-9000 (-28511)	0 (0)
3	0	21500 (29113)	0 (0)
4	0	-9000 (-28511)	0 (0)
5	0	-6500 (-28511)	0 (0)
6	0	18700 (29113)	0 (0)
7	0	21500 (29113)	0 (0)
8	0	21500 (29113)	0 (0)
9	0	21500 (29113)	0 (0)
10	0	21500 (29113)	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	5600 (29113)	0 (0)
2	0	5600 (29113)	0 (0)
3	0	5700 (29113)	0 (0)
4	0	4300 (29113)	0 (0)
5	0	5700 (29113)	0 (0)
6	0	5600 (29113)	0 (0)
7	0	5600 (29113)	0 (0)
8	0	5600 (29113)	0 (0)
9	0	5600 (29113)	0 (0)
10	0	5600 (29113)	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: 15.6 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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 61 di 99

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 TesaArea 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	29	43580	0	0	45929	0	1.501	18.8(11.6)
2	S	-7	-29415	0	0	-30959	0	11.466	12.6(11.6)
3	S	29	43580	0	0	45929	0	1.501	18.8(11.6)
4	S	-7	-29415	0	0	-30959	0	2.180	12.6(11.6)
5	S	-7	-29415	0	0	-30959	0	3.558	12.6(11.6)
6	S	29	43580	0	0	45929	0	1.720	18.8(11.6)
7	S	29	43580	0	0	45929	0	5.601	18.8(11.6)
8	S	29	43580	0	0	45929	0	5.601	18.8(11.6)
9	S	29	43580	0	0	45929	0	5.601	18.8(11.6)
10	S	29	43580	0	0	45929	0	5.601	18.8(11.6)

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	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
2	0.00105	-0.00413	0.0	0.0	0.00001	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
3	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
4	0.00105	-0.00413	0.0	0.0	0.00001	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
5	0.00105	-0.00413	0.0	0.0	0.00001	6.0	6.0	-0.01000	64.7	64.0
6	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
7	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
8	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
9	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0
10	0.00129	-0.00400	100.0	70.0	0.00023	6.0	64.0	-0.01000	6.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
2	0.000000000	-0.000172655	0.001049911	0.095	0.700
3	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
4	0.000000000	-0.000172655	0.001049911	0.095	0.700
5	0.000000000	-0.000172655	0.001049911	0.095	0.700
6	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
7	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
8	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
9	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	0.700
10	0.000000000	0.000176363	-0.011058177	0.114	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]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615
 RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL IN 67 0 0 001

Rev.
A

Foglio
63 di 99

6	S	-19.9	0	0.125	20	50	-1.424	0.00034	(0.00034)	236
0.136	(0.20)	29113	0							
7	S	-22.9	0	0.125	20	50	-0.834	0.00039	(0.00039)	236
0.156	(0.20)	29113	0							
8	S	-22.9	0	0.125	20	50	-0.834	0.00039	(0.00039)	236
0.156	(0.20)	29113	0							
9	S	-22.9	0	0.125	20	50	-0.834	0.00039	(0.00039)	236
0.156	(0.20)	29113	0							
10	S	-22.9	0	0.125	20	50	-0.834	0.00039	(0.00039)	236
0.156	(0.20)	29113	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	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
2	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
3	S	10.9	0.0	70.0	-515	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
4	S	8.2	0.0	70.0	-388	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
5	S	10.9	0.0	70.0	-515	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
6	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
7	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
8	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
9	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50
10	S	10.7	0.0	70.0	-506	94.0	6.0	1909	18.8	17.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	∅	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
2	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
3	S	-6.1	0	0.125	20	50	-12.044	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
4	S	-4.6	0	0.125	20	50	-21.920	0.00008	(0.00008)	236	
0.031	(0.20)	29113	0								
5	S	-6.1	0	0.125	20	50	-12.044	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
6	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
7	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
8	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
9	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								
10	S	-6.0	0	0.125	20	50	-12.514	0.00010	(0.00010)	236	
0.041	(0.20)	29113	0								

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	70	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

∅st	=	12	
braccia	=	2.5	
∅st2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(Asw / s)	=	14.137	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

$\varnothing l$ = 20
 Numero = 5
 Asl = 15.708 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 271 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 v_{min} = 0.356
 r_l = 0.0024
 scp = 0.0000 (Mpa)

VRd = 230.05 (KN) NO 234.3995224 (KN)
 VRd = 234.40 (KN)
 ac = 1.0000 Ned/Ac=0.0000 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VRsd = 1170.00 (KN)

VRcd = 1920.91 (KN)

VRd = 1170.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

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

VRsd = 468.00 (KN)

VRcd = 2785.31 (KN)

VRd = 468.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot φ in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
 cot(φ) = 3.30 (calcolato) cot(φ) = 2.50 (limitato)
 φ = 16.85 °

VRsd = 1545.33 (KN)

VRcd = 1545.33 (KN)

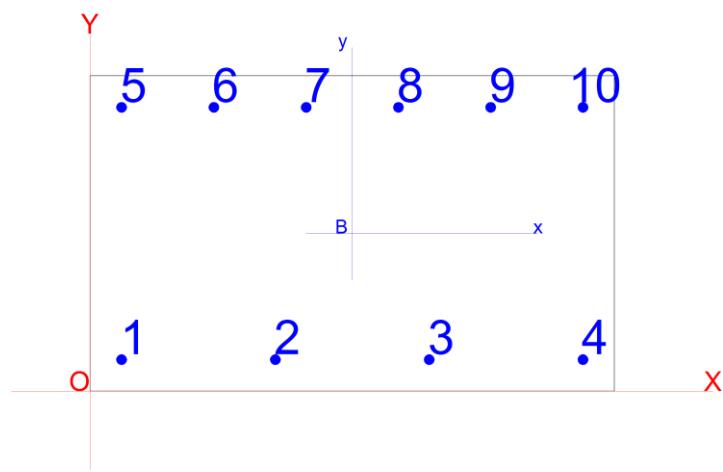
VRd = 1545.33 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 1170 (KN)

11.5 PIEDRITTI PIEDE

Nome sezione: IN67_PIEDR_PIEDE



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	60.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	60.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	54.0	20
6	23.6	54.0	20
7	41.2	54.0	20
8	58.8	54.0	20
9	76.4	54.0	20
10	94.0	54.0	20

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

N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
-----------	----	----	----	----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 66 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 66 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 66 di 99		

1	39300	7100	0	1	1
2	8200	-17100	0	1	1
3	38900	7900	0	1	1
4	22700	-29800	0	1	1
5	22700	-29800	0	1	1
6	14900	-9100	0	1	1
7	15300	-7800	0	1	1
8	15300	-7800	0	1	1
9	15300	-7800	0	1	1
10	15300	-7800	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	27500	4700 (58300)	0 (0)	
2	15800	-17700 (-23867)	0 (0)	
3	27300	5000 (52172)	0 (0)	
4	16100	-20800 (-23545)	0 (0)	
5	16100	-20800 (-23545)	0 (0)	
6	27500	4600 (60615)	0 (0)	
7	16100	-20800 (-23545)	0 (0)	
8	16100	-20800 (-23545)	0 (0)	
9	16100	-20800 (-23545)	0 (0)	
10	16100	-20800 (-23545)	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	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
2	10800	-4200 (-29586)	0 (0)	
3	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
4	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
5	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
6	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
7	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
8	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
9	11000	-5400 (-27489)	0 (0)	
10	11000	-5400 (-27489)	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: 15.6 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.)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 99

Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inertzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
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	39296	33845	185	39284	36119	0	5.197	-----
2	S	8201	-38422	39	8172	-40635	0	2.373	-----
3	S	38904	33756	183	38909	36025	0	4.645	-----
4	S	22719	-41830	107	22690	-44291	0	1.485	-----
5	S	22719	-41830	107	22690	-44291	0	1.485	-----
6	S	14907	-40006	70	14930	-42341	0	4.625	-----
7	S	15309	-40100	72	15301	-42435	0	5.400	-----
8	S	15309	-40100	72	15301	-42435	0	5.400	-----
9	S	15309	-40100	72	15301	-42435	0	5.400	-----
10	S	15309	-40100	72	15301	-42435	0	5.400	-----

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	0.00156	-0.00395		0.0	60.0	0.00027	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
2	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
3	0.00156	-0.00395		0.0	60.0	0.00027	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
4	0.00168	-0.00388		0.0	0.0	0.00038	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
5	0.00168	-0.00388		0.0	0.0	0.00038	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
6	0.00160	-0.00392		0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
7	0.00160	-0.00392		0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
8	0.00160	-0.00392		0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
9	0.00160	-0.00392		0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
10	0.00160	-0.00392		0.0	0.0	0.00031	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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		0.000214058	-0.011284348	----
2	0.000000000		-0.000213562	0.001532349	----
3	0.000000000		0.000213997	-0.011283981	----
4	0.000000000		-0.000216278	0.001679016	----
5	0.000000000		-0.000216278	0.001679016	----
6	0.000000000		-0.000214813	0.001599915	----
7	0.000000000		-0.000214882	0.001603622	----
8	0.000000000		-0.000214882	0.001603622	----
9	0.000000000		-0.000214882	0.001603622	----
10	0.000000000		-0.000214882	0.001603622	----

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]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 69 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 99		

7	S	-27.4	0	0.125	20	50	-0.281	0.00037	(0.00037)	236
0.148	(0.20)	-23545	0							
8	S	-27.4	0	0.125	20	50	-0.281	0.00037	(0.00037)	236
0.148	(0.20)	-23545	0							
9	S	-27.4	0	0.125	20	50	-0.281	0.00037	(0.00037)	236
0.148	(0.20)	-23545	0							
10	S	-27.4	0	0.125	20	50	-0.281	0.00037	(0.00037)	236
0.148	(0.20)	-23545	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	Beta	l2
1	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
2	S	11.0	0.0	0.0	-207	94.0	54.0	1792	18.8	17.6	0.50	
3	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
4	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
5	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
6	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
7	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
8	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
9	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50	
10	S	14.2	0.0	0.0	-324	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	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	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
2	S	-4.4	0	0.125	20	50	-23.811	0.00004	(0.00004)	230		
0.016	(0.20)	-29586	0									
3	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
4	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
5	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
6	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
7	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
8	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
9	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									
10	S	-6.1	0	0.125	20	50	-11.957	0.00006	(0.00006)	236		
0.026	(0.20)	-27489	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	60	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

øst	=	12	
braccia	=	2.5	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(Asw / s)	=	14.137	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

ϕl = 20
 Numero = 5
 Asl = 15.708 cm²

TAGLIO AGENTE Ved = 271 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 393 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 v_{min} = 0.356
 r_l = 0.0028
 sc_p = 0.6550 (Mpa)

VR_d = 262.99 (KN) \geq OK 256.3268764 (KN)
 VR_d = 262.99 (KN)
 ac = 1.0348 Ned/Ac = 0.6550 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VR_{sd} = 1170.00 (KN)

VR_{cd} = 1703.81 (KN)

VR_d = 1170.00 (KN) $\min(VR_{sd}, VR_{cd})$

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

VR_{sd} = 468.00 (KN)

VR_{cd} = 2470.53 (KN)

VR_d = 468.00 (KN) $\min(VR_{sd}, VR_{cd})$

IPOTESI 3 Cot q in cui $VR_{sd}=VR_{cd}$: Rottura bilanciata
 cot(q) = 3.09 (calcolato) cot(q) = 2.50 (limitato)
 q = 17.92 °
 VR_{sd} = 1446.86 (KN)

VR_{cd} = 1446.86 (KN)

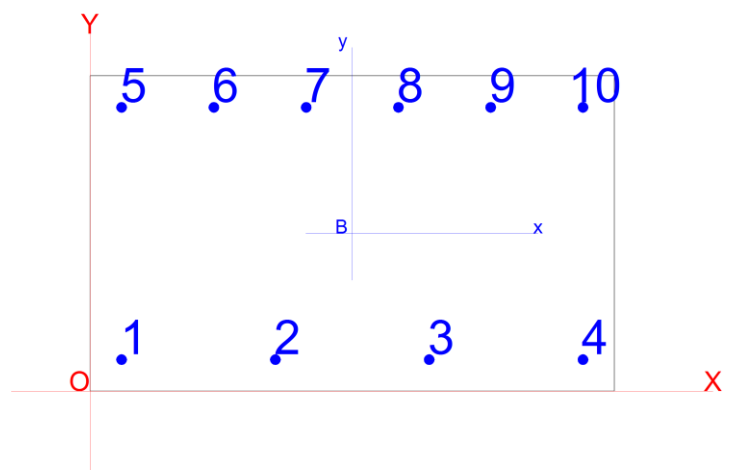
VR_d = 1446.86 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VR_d = 1170 (KN)

11.6 PIEDRITTI TESTA

Nome sezione: IN67_PIEDR_TESTA



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	60.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	60.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	54.0	20
6	23.6	54.0	20
7	41.2	54.0	20
8	58.8	54.0	20
9	76.4	54.0	20
10	94.0	54.0	20

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				
N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 72 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 72 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 72 di 99		

1	32000	-22500	0	1	1
2	2600	4800	0	1	1
3	2800	5500	0	1	1
4	31700	-24800	0	1	1
5	31700	-24800	0	1	1
6	7800	-3900	0	1	1
7	8100	-3000	0	1	1
8	8100	-3000	0	1	1
9	8100	-3000	0	1	1
10	8100	-3000	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	22100	-15900	(-25316)	0 (0)
2	10500	2400	(40392)	0 (0)
3	10700	2900	(35351)	0 (0)
4	21900	-17200	(-24961)	0 (0)
5	21900	-17200	(-24961)	0 (0)
6	10500	2300	(42057)	0 (0)
7	10700	2900	(35351)	0 (0)
8	10700	2900	(35351)	0 (0)
9	10700	2900	(35351)	0 (0)
10	10700	2900	(35351)	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	5600	-2400	(-28614)	0 (0)
2	5400	-3100	(-26454)	0 (0)
3	5600	-2400	(-28614)	0 (0)
4	5400	-3100	(-26454)	0 (0)
5	5400	-3000	(-26651)	0 (0)
6	5500	-2800	(-27226)	0 (0)
7	5600	-2400	(-28614)	0 (0)
8	5600	-2400	(-28614)	0 (0)
9	5600	-2400	(-28614)	0 (0)
10	5600	-2400	(-28614)	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: 15.6 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.)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<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: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 73 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 99		

Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inertzia
My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
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 TesaArea 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	32023	-43976	151	31995	-46602	0	2.064	-----
2	S	2593	25260	12	2599	26761	0	5.587	-----
3	S	2791	25308	13	2776	26807	0	4.883	-----
4	S	31724	-43908	149	31714	-46533	0	1.871	-----
5	S	31724	-43908	149	31714	-46533	0	1.871	-----
6	S	7789	-38325	37	7776	-40535	0	10.306	-----
7	S	8089	-38396	38	8093	-40615	0	13.381	-----
8	S	8089	-38396	38	8093	-40615	0	13.381	-----
9	S	8089	-38396	38	8093	-40615	0	13.381	-----
10	S	8089	-38396	38	8093	-40615	0	13.381	-----

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	0.00177	-0.00383		0.0	0.0	0.00046	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
2	0.00122	-0.00412		100.0	60.0	-0.00003	6.0	6.0	54.0	-0.01000	64.7
6.0											
3	0.00122	-0.00412		100.0	60.0	-0.00003	6.0	6.0	54.0	-0.01000	64.7
6.0											
4	0.00177	-0.00384		0.0	0.0	0.00046	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
5	0.00177	-0.00384		0.0	0.0	0.00046	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
6	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
7	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
8	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
9	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
10	0.00153	-0.00396		0.0	0.0	0.00025	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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		-0.000217995	0.001771713	----	----
2	0.000000000		0.000207779	-0.011246674	----	----
3	0.000000000		0.000207809	-0.011246857	----	----
4	0.000000000		-0.000217941	0.001768829	----	----
5	0.000000000		-0.000217941	0.001768829	----	----
6	0.000000000		-0.000213486	0.001528229	----	----
7	0.000000000		-0.000213547	0.001531525	----	----
8	0.000000000		-0.000213547	0.001531525	----	----
9	0.000000000		-0.000213547	0.001531525	----	----
10	0.000000000		-0.000213547	0.001531525	----	----

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]



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 75 di 99
---	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

6	S	-1.7	0	0.125	20	50	-333.367	0.00001	(0.00001)	252
0.004	(0.20)	42057	0							
7	S	-2.5	0	0.125	20	50	-147.595	0.00002	(0.00002)	274
0.010	(0.20)	35351	0							
8	S	-2.5	0	0.125	20	50	-147.595	0.00002	(0.00002)	274
0.010	(0.20)	35351	0							
9	S	-2.5	0	0.125	20	50	-147.595	0.00002	(0.00002)	274
0.010	(0.20)	35351	0							
10	S	-2.5	0	0.125	20	50	-147.595	0.00002	(0.00002)	274
0.010	(0.20)	35351	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	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	0.50
2	S	8.2	100.0	0.0	-206	6.0	54.0	1909	18.8	17.6	0.50
3	S	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	0.50
4	S	8.2	100.0	0.0	-206	6.0	54.0	1909	18.8	17.6	0.50
5	S	7.9	0.0	0.0	-195	94.0	54.0	1909	18.8	17.6	0.50
6	S	7.4	0.0	0.0	-172	94.0	54.0	1894	18.8	17.6	0.50
7	S	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	0.50
8	S	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	0.50
9	S	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	0.50
10	S	6.3	100.0	0.0	-129	23.6	54.0	1832	18.8	17.6	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	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								
2	S	-3.6	0	0.125	20	50	-35.410	0.00004	(0.00004)	236	
0.017	(0.20)	-26454	0								
3	S	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								
4	S	-3.6	0	0.125	20	50	-35.410	0.00004	(0.00004)	236	
0.017	(0.20)	-26454	0								
5	S	-3.5	0	0.125	20	50	-38.460	0.00004	(0.00004)	236	
0.016	(0.20)	-26651	0								
6	S	-3.2	0	0.125	20	50	-46.275	0.00003	(0.00003)	236	
0.014	(0.20)	-27226	0								
7	S	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								
8	S	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								
9	S	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								
10	S	-2.6	0	0.125	20	50	-70.071	0.00003	(0.00003)	232	
0.010	(0.20)	-28614	0								

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	60	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

øst	=	12	
braccia	=	2.5	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(Asw / s)	=	14.137	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 76 di 99

ARMATURE LONGITUDINALI

ϕl = 20
Numero = 5
Asl = 15.708 cm²

TAGLIO AGENTE VEd = 153 (KN)
SFORZO NORMALE Ned = 320 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
vmin = 0.356
rl = 0.0028
scp = 0.5333 (Mpa)

VRd = 252.70 (KN) >= OK 246.0338764 (KN)
VRd = 252.70 (KN)
ac = 1.0283 Ned/Ac=0.5333 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VRsd = 1170.00 (KN)
VRcd = 1693.17 (KN)
VRd = 1170.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

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

VRsd = 468.00 (KN)
VRcd = 2455.09 (KN)
VRd = 468.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
cot(q) = 3.08 (calcolato) cot(q) = 2.50 (limitato)
 $q = 17.98^\circ$

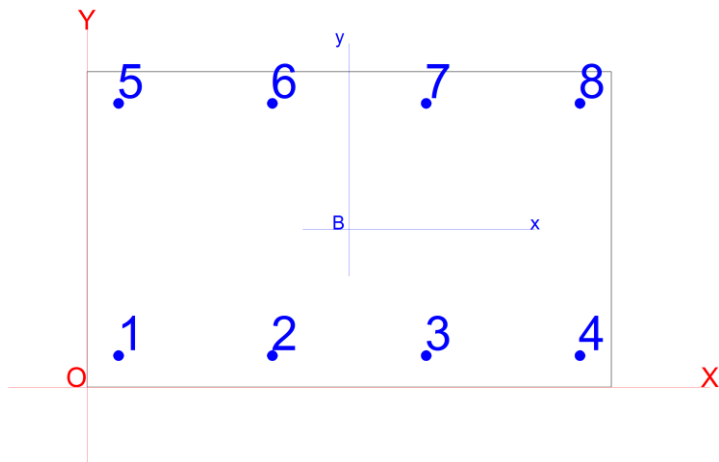
VRsd = 1441.86 (KN)
VRcd = 1441.86 (KN)
VRd = 1441.86 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE
VRd = 1170 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 77 di 99

11.7 PIEDRITTI MEZZERIA

Nome sezione: IN67_PIEDR_MEZZ



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	60.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	60.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	35.3	6.0	20
3	64.7	6.0	20
4	94.0	6.0	20
5	6.0	54.0	20
6	35.3	54.0	20
7	64.7	54.0	20
8	94.0	54.0	20

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

N°Comb. N	Mx	My	Vy	Vx
1	36600	4500	0	1
2	5800	3500	0	1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 78 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 78 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 78 di 99		

3	17500	5000	0	1	1
4	20400	-4300	0	1	1
5	20000	-3500	0	1	1
6	12200	1600	0	1	1
7	12700	2100	0	1	1
8	12700	2100	0	1	1
9	12700	2100	0	1	1
10	12700	2100	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	25600	3300 (114458) 0 (0)
2	13600	800 (0) 0 (0)
3	25200	2200 (0) 0 (0)
4	14100	-2200 (-64266) 0 (0)
5	14100	-2200 (-64266) 0 (0)
6	25600	3300 (114458) 0 (0)
7	14100	-2200 (-64266) 0 (0)
8	14100	-2200 (-64266) 0 (0)
9	14100	-2200 (-64266) 0 (0)
10	14100	-2200 (-64266) 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	9100	1800 (44624) 0 (0)
2	8500	2200 (35161) 0 (0)
3	8500	2200 (35161) 0 (0)
4	9100	1800 (44624) 0 (0)
5	9100	1800 (44624) 0 (0)
6	9000	1800 (44071) 0 (0)
7	9100	1800 (44624) 0 (0)
8	9100	1800 (44624) 0 (0)
9	9100	1800 (44624) 0 (0)
10	9100	1800 (44624) 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: 27.3 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 79 di 99</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 79 di 99
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 79 di 99		

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	36598	33368	0	36591	35482	0	7.885	-----
2	S	5799	26068	0	5774	27580	0	7.880	-----
3	S	17521	28890	0	17498	30612	0	6.122	-----
4	S	20379	-29568	0	20429	-31365	0	7.294	-----
5	S	19971	-29472	0	19996	-31254	0	8.930	-----
6	S	12198	27616	0	12229	29255	0	18.284	-----
7	S	12681	27731	0	12722	29382	0	13.991	-----
8	S	12681	27731	0	12722	29382	0	13.991	-----
9	S	12681	27731	0	12722	29382	0	13.991	-----
10	S	12681	27731	0	12722	29382	0	13.991	-----

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	0.00157	-0.00394		100.0	60.0	0.00028	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
2	0.00125	-0.00411		100.0	60.0	0.00000	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
3	0.00137	-0.00404		100.0	60.0	0.00011	6.0	54.0	-0.01000	35.3	6.0
4	0.00140	-0.00403		0.0	0.0	0.00014	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
5	0.00140	-0.00403		0.0	0.0	0.00013	6.0	6.0	-0.01000	94.0	54.0
6	0.00132	-0.00407		100.0	60.0	0.00006	6.0	54.0	-0.01000	94.0	6.0
7	0.00132	-0.00407		100.0	60.0	0.00006	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
8	0.00132	-0.00407		100.0	60.0	0.00006	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
9	0.00132	-0.00407		100.0	60.0	0.00006	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0
10	0.00132	-0.00407		100.0	60.0	0.00006	6.0	54.0	-0.01000	64.7	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità 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		0.000214195	-0.011285172	----	----
2	0.000000000		0.000208328	-0.011249969	----	----
3	0.000000000		0.000210587	-0.011263519	----	----
4	0.000000000		-0.000211151	0.001402161	----	----
5	0.000000000		-0.000211067	0.001397629	----	----
6	0.000000000		0.000209595	-0.011257568	----	----
7	0.000000000		0.000209686	-0.011258118	----	----
8	0.000000000		0.000209686	-0.011258118	----	----
9	0.000000000		0.000209686	-0.011258118	----	----
10	0.000000000		0.000209686	-0.011258118	----	----

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 99

1	S	1	25820	55.0	100.0	0.0023	0.6
2	S	1	22592	55.0	100.0	0.0023	0.1
3	S	1	23194	55.0	100.0	0.0023	0.3
4	S	1	23593	55.0	100.0	0.0023	0.3
5	S	1	23538	55.0	100.0	0.0023	0.3
6	S	1	22680	55.0	100.0	0.0023	0.2
7	S	1	22686	55.0	100.0	0.0023	0.2
8	S	1	22686	55.0	100.0	0.0023	0.2
9	S	1	22686	55.0	100.0	0.0023	0.2
10	S	1	22686	55.0	100.0	0.0023	0.2

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	9.0	0.0	60.0	-1	94.0	6.0	----	----	----	----
2	S	3.3	100.0	60.0	18	6.0	6.0	----	----	----	----
3	S	7.2	100.0	60.0	20	6.0	6.0	----	----	----	----
4	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	1.00
5	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	1.00
6	S	9.0	0.0	60.0	-1	94.0	6.0	----	----	----	----
7	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	1.00
8	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	1.00
9	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	1.00
10	S	5.7	100.0	0.0	-14	94.0	54.0	609	12.6	28.0	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 . 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]

fess	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1		S	-0.9	0	----	----	----	----	----	----	----	114458	0
2		S	0.9	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
3		S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
4	0.001	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)		204	
5	0.001	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)		204	
6		S	-0.9	0	----	----	----	----	----	----	----	114458	0
7	0.001	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)		204	



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 81 di 99
---	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

8	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)	204
0.001	(0.20)	-64266	0							
9	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)	204
0.001	(0.20)	-64266	0							
10	S	-1.1	0	0.125	20	50	-852.327	0.00000	(0.00000)	204
0.001	(0.20)	-64266	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	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
2	S	6.0	100.0	60.0	-78	6.0	6.0	1407	12.6	28.0	0.50
3	S	6.0	100.0	60.0	-78	6.0	6.0	1407	12.6	28.0	0.50
4	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
5	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
6	S	4.7	100.0	60.0	-32	6.0	6.0	1077	12.6	28.0	0.50
7	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
8	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
9	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	0.50
10	S	4.7	100.0	60.0	-31	94.0	6.0	1032	12.6	28.0	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	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
2	S	-1.9	0	0.125	20	50	-126.715		0.00002	(0.00002)	268	
0.007	(0.20)	35161	0									
3	S	-1.9	0	0.125	20	50	-126.715		0.00002	(0.00002)	268	
0.007	(0.20)	35161	0									
4	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
5	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
6	S	-1.3	0	0.125	20	50	-298.733		0.00001	(0.00001)	242	
0.003	(0.20)	44071	0									
7	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
8	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
9	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									
10	S	-1.3	0	0.125	20	50	-306.300		0.00001	(0.00001)	238	
0.002	(0.20)	44624	0									

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	60	cm
h	=	100	cm
c	=	6	cm
d	=	h-c	= 94 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

øst	=	12	
braccia	=	2.5	
øst2	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	40	cm
(Asw / s)	=	7.069	cm ² / m
a	=	90	° (90° staffe verticali)

ARMATURE LONGITUDINALI

øl	=	20	
Numero	=	4	



IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615
 RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto
 IN17

Lotto
 10

Codifica Documento
 Y12 CL IN 67 0 0 001

Rev.
 A

Foglio
 82 di 99

Asl = 12.566 cm²

TAGLIO AGENTE Ved = 127 (KN)
 SFORZO NORMALE Ned = 366 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.46
 vmin = 0.356
 rl = 0.0022
 scp = 0.6100 (Mpa)
 VRd = 244.30 (KN) NO 252.5198764 (KN)
 VRd = 252.52 (KN)
 ac = 1.0324 Ned/Ac=0.6100 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

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

VRsd = 585.00 (KN)
 VRcd = 1699.88 (KN)
 VRd = 585.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

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

VRsd = 234.00 (KN)
 VRcd = 2464.82 (KN)
 VRd = 234.00 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot q in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata
 cot(q) = 4.48 (calcolato) cot(q) = 2.50 (limitato)
 q = 12.58 °
 VRsd = 1048.23 (KN)

VRcd = 1048.23 (KN)
 VRd = 1048.23 (KN)

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE
 VRd = 585 (KN)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 83 di 99	

12 VERIFICHE GEOTECNICHE

La sollecitazione massima trasmessa dal sottopasso al terreno nell'involuppo delle combinazioni A2 risulta pari a 117 kPa.

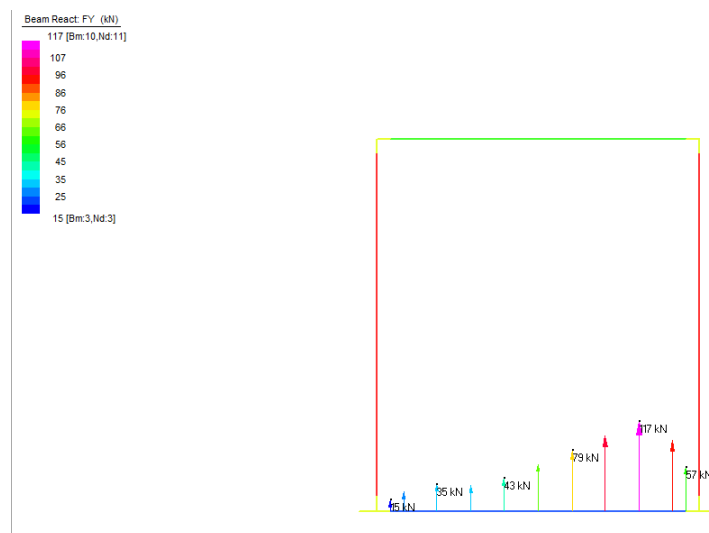


Figura 14 – Sollecitazioni trasmesse al terreno

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

12.1 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

$$PP = 63.00 \text{ kN} + 73.50 \text{ kN} + 2 \times 52.50 \text{ kN} + 102.60 \text{ kN} = 344 \text{ kN}$$

e la sottospinta idraulica

$$SPW = 168 \text{ kN}$$

si ottiene il coefficiente di sicurezza:

$$F.S. = (0.9 PP) / (1.1 SPW) = 1.68 \geq 1.00$$

per cui la verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 84 di 99	

13 VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE

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

Elemento	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc	Incidenza Kg/mc
	Principale	Ripartizione	Totale	Totale Adottata
SOLETTA SUP.	55	16	70	75
PIEDRITTI	58	16	74	75
SOLETTA INF.	56	18	74	75

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 85 di 99	

14 ANALISI E VERIFICHE DELLA PARATIA $\phi 250$

La paratia oggetto di studio è costituita da micropali $\phi 250$ di lunghezza $L=15\text{m}$ disposti con interesse $i=0.35\text{m}$ e armati con tubi $\phi 168.3$ $sp=5\text{mm}$. I pali sono collegati in testa da un cordolo in c.a di dimensioni $50 \times 50\text{cm}$.

Lo scavo dell'opera è previsto con l'ausilio di 2 registri di puntoni, a quota asse cordolo e a quota -3.25m da testa cordolo. Entrambi i registri sono costituiti da travi di contrasto HEB300 (disposte con l'asse forte orizzontale) a cui sono fissati puntoni HEB300 disposti ad interasse 4.00m . Si precisa che nel caso del registro a quota testa cordolo i puntoni sono costituiti da 1HEB300, mentre per il registro a -3.25m da quota testa cordolo i puntoni sono costituiti da 2HEB300.

I calcoli di seguito riportati si riferiscono alla massima altezza della paratia ($H=5.70\text{m}$)

14.1 ANALISI DEI CARICHI

14.1.1 Spinta del terreno (SPT)

La spinta del terreno a tergo della paratia è stata valutata considerando la stratigrafia riportata al paragrafo 6.1 e assumendo un angolo di attrito terreno paratia pari al 30% dell'angolo di attrito del terreno.

14.1.2 Spinta della falda (SPW)

La spinta della falda è stata valutata considerando la quota indicata al paragrafo 6.2.

14.1.3 CARICO VARIABILE (ACC)

È stato assunto un carico variabile da cantiere pari a 10.0 KN/m^2 .

14.1.4 Spinta sismica (SPS)

La spinta sismica non è stata portata in conto, in accordo con quanto previsto dal DM 2008 per opere provvisoria di durata prevista inferiore ai 2 anni (punto 2.4.1, tabella 2.4.I).

14.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Sono state considerate le combinazioni di carico previste dal DM 2008. In particolare:

SLU

A1+M1 (combinazione per verifiche strutturali)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 86 di 99	

1.30 SPT + 1.30 SPW + 1.5 ACC

Coefficienti M1 unitari.

A2+M2 (combinazione per verifiche geotecniche)

1.00 SPT + 1.00 SPW + 1 ACC

Coefficienti M1: 1.25 (per $\tan\phi$), 1.25 (per c')

SLE

Trattandosi di un'opera provvisoria è stata analizzata solo la combinazione di carico RARA ai fini del controllo degli spostamenti.

14.3 FASI DI SCAVO

Di seguito si riporta la fase di scavo analizzata.

FASE 1 (realizzazione primo registro di puntoni a quota asse cordolo di testa e scavo fino a -4.20m da quota testa cordolo)

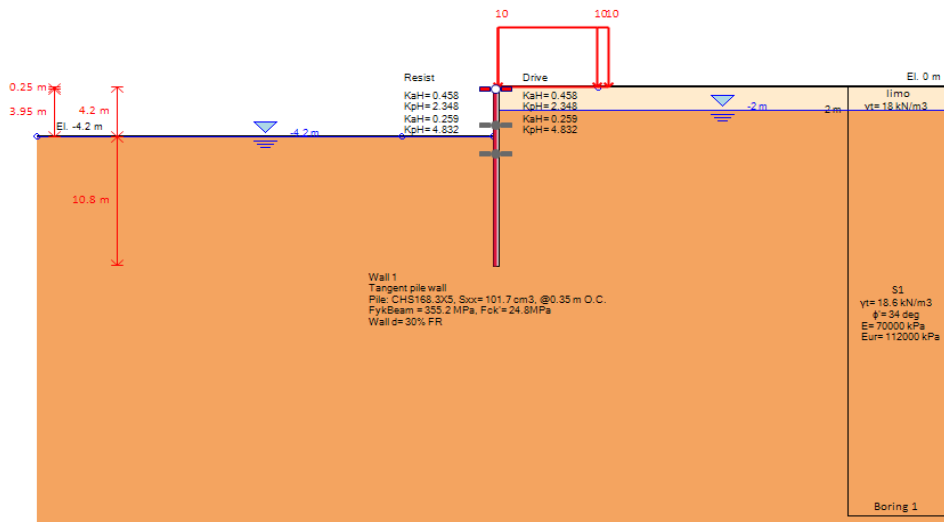


Figura 15 – Schema fase 1

FASE 2 (realizzazione secondo registro di puntoni a quota -3.25m da testa cordolo e scavo fino a -5.80m da quota testa cordolo)

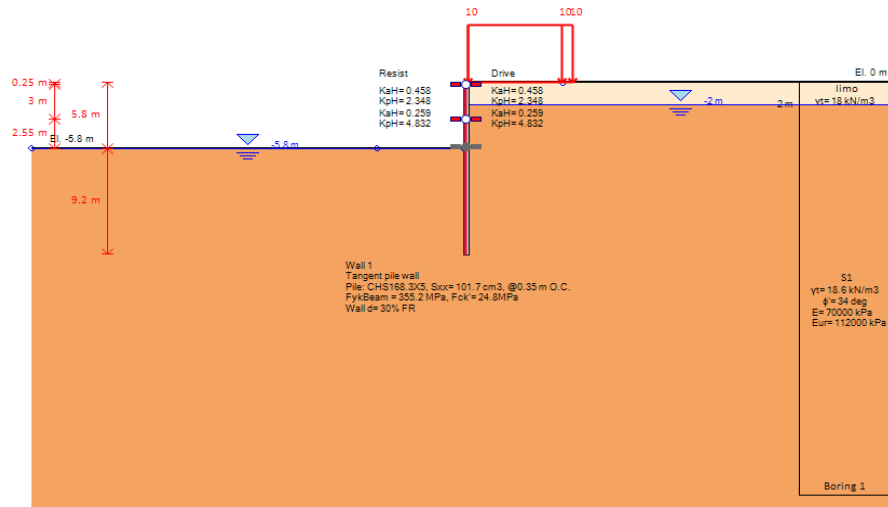


Figura 16 – Schema fase 1

FASE 3 (realizzazione soletta di base e dismissione secondo registro di puntoni registro di puntoni)

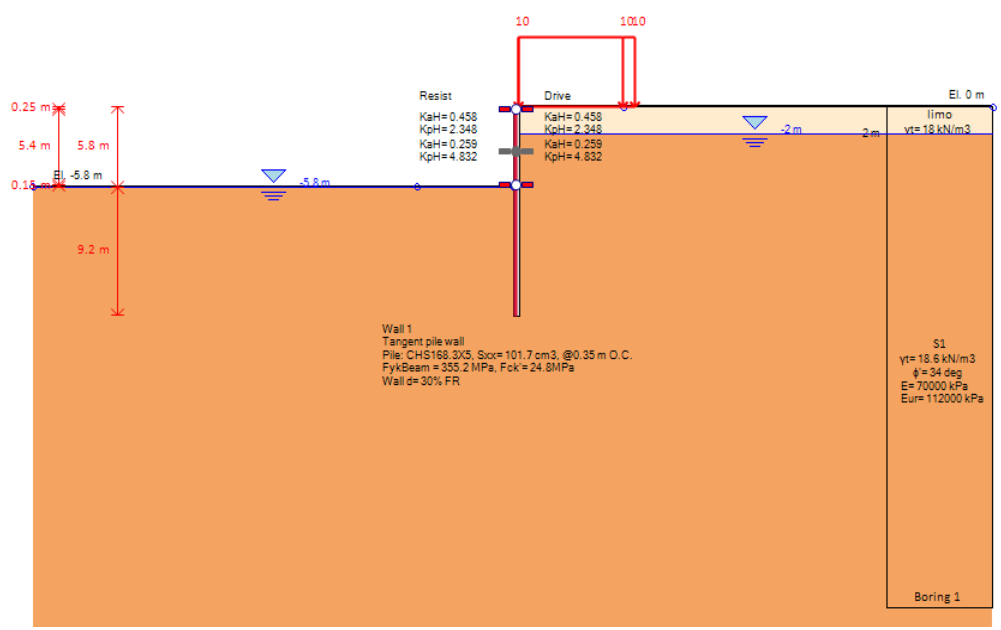


Figura 17 – Schema fase 1

14.4 ANALISI DELLA PARATIA

Di seguito si riportano per ciascuna combinazione le sollecitazioni ottenute dall'analisi condotta con il software di calcolo PARATIE PLUS. Si è esclusa la combinazione A2+M2 perchè non utilizzata ai fini delle verifiche strutturali e/o degli spostamenti, ma solo per le verifiche geotecniche di resistenza.

A1+M1

FASE 1

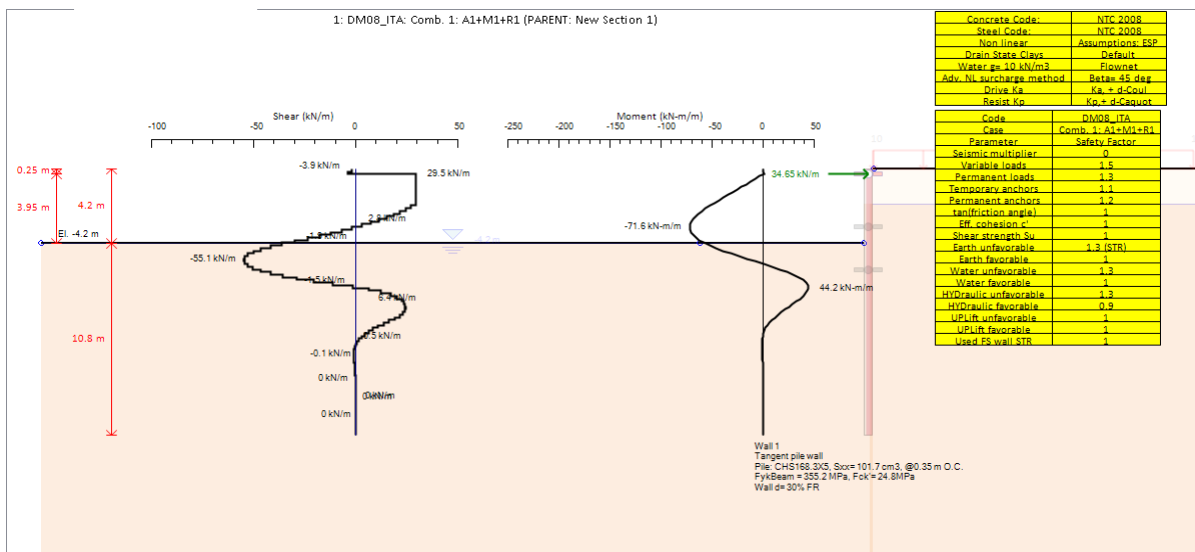


Figura 18 – Sollecitazioni M e T e reazione puntoni per metro lineare di paratia - Fase 1 (combinazione A1+M1)

FASE 2

1: DM08_ITA; Comb. 1: A1+M1+R1 (PARENT: New Section 1)

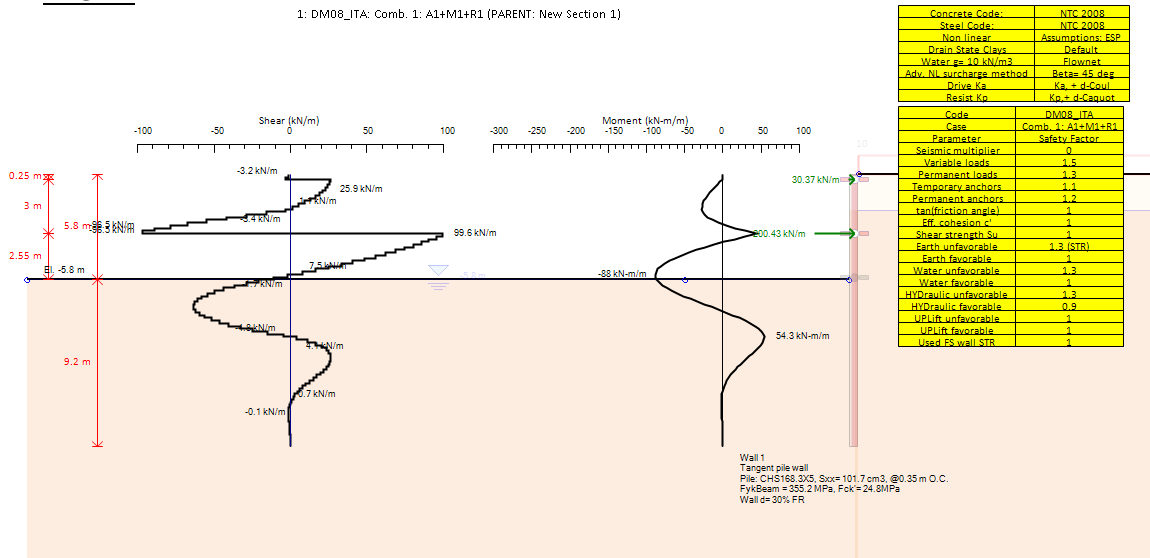


Figura 19 – Sollecitazioni M e T e reazione puntoni per metro lineare di paratia - Fase 2 (combinazione A1+M1)

FASE 3

1: DM08_ITA; Comb. 1: A1+M1+R1 (PARENT: New Section 1)

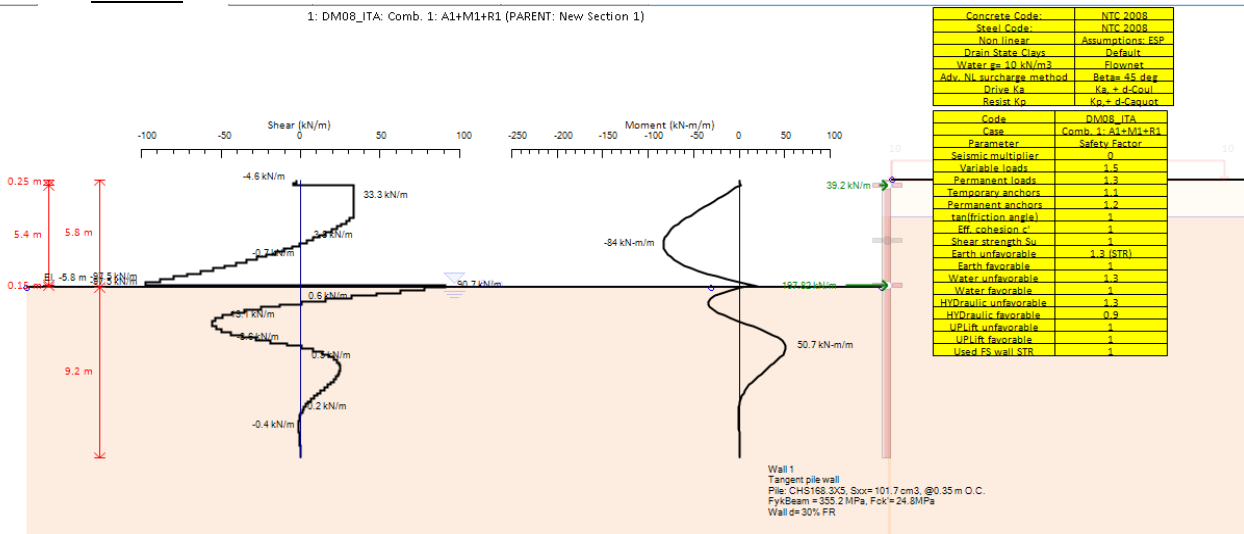


Figura 20 – Sollecitazioni M e T e reazione puntoni per metro lineare di paratia - Fase 3 (combinazione A1+M1)

RARA

FASE 1

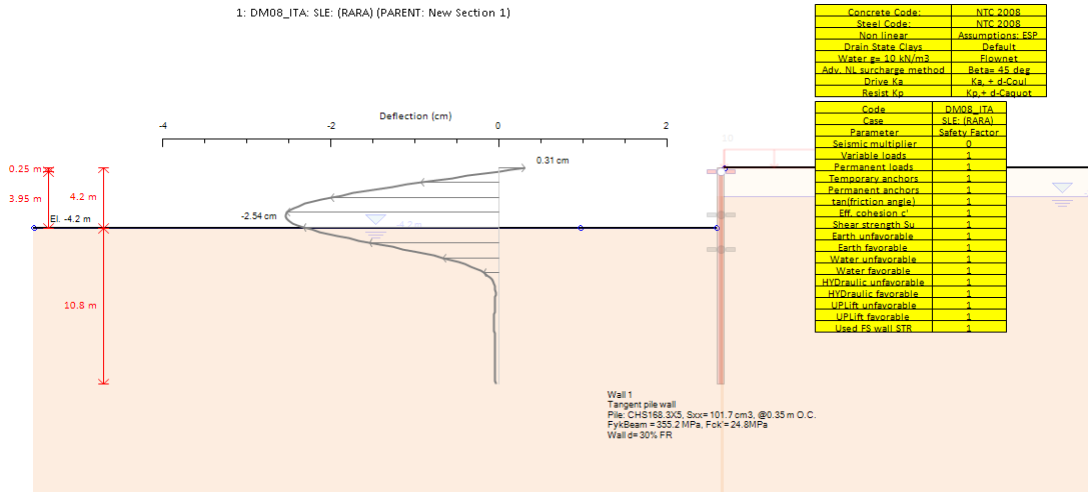


Figura 21 – Inflessione per metro lineare di paratia - Fase 1 (combinazione RARA)

FASE 2

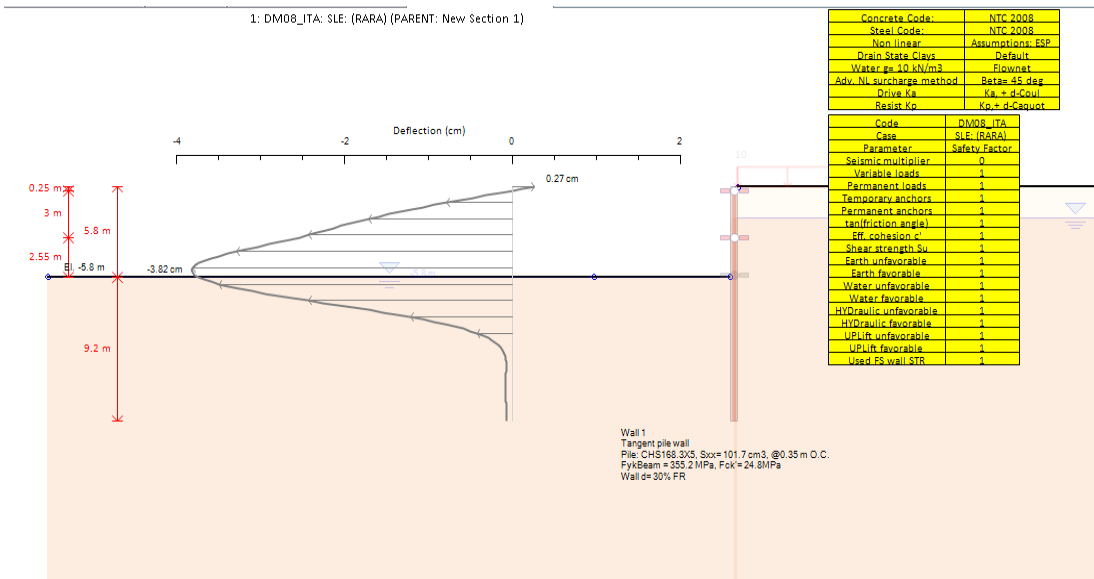


Figura 22 – Inflessione per metro lineare di paratia - Fase 2 (combinazione RARA)

FASE 3

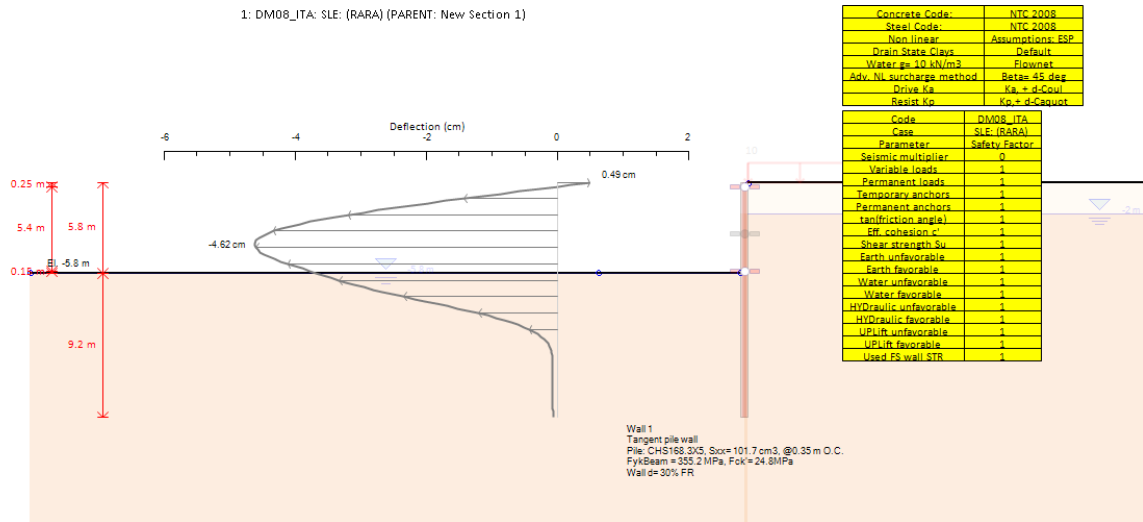


Figura 23 – Inflessione per metro lineare di paratia - Fase 3 (combinazione RARA)

Di seguito si riporta un riepilogo delle sollecitazioni massime ottenute per singolo palo con riferimento alla singola combinazione:

A1+M1

$M_d = 30.80 \text{ KNm}$

$V_d = 37.52 \text{ KN}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 93 di 99	

14.5 ANALISI DELLE PUNTONATURE PROVVISORIE

14.5.1 puntonatura a quota asse cordolo

Di seguito si riporta il calcolo delle sollecitazioni massime per il registro di contrasto a quota asse cordolo

A1+M1

$$P = 1.17 \text{ KN/m (peso del singolo profilo HEB300)}$$

$$R_d = 39.20 \text{ KN/m (reazione massima vincolo a ml – Fase 1)}$$

$$L_t = 4.00\text{m (interasse tra i puntoni)}$$

$$L_p = 14.60\text{m (lunghezza massima dei puntoni)}$$

TRAVE ORIZZONTALE DI CONTRASTO HEB300 (si trascura la presenza del cordolo)

$$M_d = R \times L_t^2 / 8 = 34.65 \times 4.00^2 / 8 = 78.40 \text{ KNm (ipotesi cautelativa di trave appoggiata appoggiata)}$$

$$V_d = R \times L_t / 2 = 34.65 \times 4.00 / 2 = 78.40 \text{ KN}$$

PUNTONI HEB300

$$N_d = R \times L = 39.20 \times 4.00 = 156.80 \text{ KNm}$$

$$M_d = 1.35 \times P \times L_p^2 / 8 = 1.35 \times 1.17 \times 14.60^2 / 8 = 42.10 \text{ KNm}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 94 di 99	

14.5.2 puntonatura a quota -3.25M DA TESTA CORDOLO

Di seguito si riporta il calcolo delle sollecitazioni massime per il registro di contrasto a quota -3.25 da testa cordolo

A1+M1

$P = 1.17 \text{ KN/m}$ (peso del singolo profilo HEB300)

$R_d = 200.43 \text{ KN/m}$ (reazione massima vincolo a ml – Fase 2)

$L_t = 4.00 \text{ m}$ (interasse tra i puntoni)

$L_p = 14.60 \text{ m}$ (lunghezza massima dei puntoni)

TRAVE ORIZZONTALE DI CONTRASTO HEB300 (si trascura la presenza del cordolo)

$M_d = R \times L_t^2 / 8 = 200.43 \times 4.00^2 / 8 = 400.86 \text{ KNm}$ (ipotesi cautelativa di trave appoggiata appoggiata)

$V_d = R \times L_t / 2 = 200.43 \times 4.00 / 2 = 400.86 \text{ KN}$

PUNTONI 2HEB300

$N_d = R \times L_t = 200.43 \times 4.00 = 801.72 \text{ KNm}$

$M_d = 1.35 \times 2P \times L_p^2 / 8 = 1.35 \times 2.34 \times 14.60^2 / 8 = 84.17 \text{ KNm}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 95 di 99	

14.6 VERIFICHE STRUTTURALI

14.6.1 Pali $\phi 250$

La verifica del palo viene condotta considerando come sezione resistente il solo tubo $\phi 168.3$ s=5mm.

A1+M1

Dati della sezione:

D= 16.83cm (diametro)

Sp= 0.50cm (spessore)

A = 25.60 cm² (area della sezione)

I = 856.1 cm⁴ (inerzia della sezione)

W = 101.7 cm³ (modulo di resistenza)

Flessione:

Nella verifica viene trascurato il taglio poichè è significativamente inferiore alla resistenza del tubo in esame e, quindi, non influenza la resistenza a flessione.

$$M_{y,Rd} = f_{yd} \times W = 338 \text{Mpa} \times 101.7 \text{ cm}^3 = 34.37 \text{ KNm} > M_d = 30.8 \text{ KNm}$$

(la verifica risulta soddisfatta)

14.6.2 puntonatura a quota asse cordolo

Le sollecitazioni agenti sugli elementi in esame sono ridotte in relazione alla capacità resistente degli stessi, per cui le verifiche sono sicuramente soddisfatte e, per tale motivo, omesse.

La scelta di utilizzare un sistema di contrasto sovradimensionato dal punto di vista della resistenza, è quello di ottenere una idonea rigidità del vincolo in testa alla paratia.

14.6.3 puntonatura a quota -3.25m da testa cordolo

14.6.3.1 Travi di contrasto HEB300

Di seguito si riportano le verifiche della trave di contrasto HEB300.

A1+M1

Caratteristiche geometriche della sezione

HEB300	acciaio S	355	
H =	30	cm	(altezza profilo)
b =	30	cm	(larghezza ali)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 96 di 99

$t_f =$	1.9	cm	(spessore ali)
$t_w =$	1.1	cm	(spessore anima)
$r =$	2.7	cm	(raggio di raccordo)
h_1	20.8	cm	(altezza anima)
$A =$	149.1	cm ²	(area del profilo)
$I =$	25170	cm ⁴	(momento d'inerzia piano anima)
$W_x =$	1678	cm ³	(modulo di resistenza elastico)
$S_x =$	934.5	cm ³	(momento statico di mezza sezione)

Caratteristiche per il calcolo plastico della sezione

Controllo classe di duttilità (punto 4.2.3.1): $\varepsilon = 0.81$

Ali:

$c =$	12.3			
c/t_f	6.47	\leq	$9\varepsilon = 7.32$	classe 1/2

Anima:

$c =$	20.8			
c/t_w	18.91	\leq	$33\varepsilon = 26.85$	classe 1/2

Caratteristiche plastiche della sezione (punto 4.2.4.1.2):

$A_v =$	47.45	cm ²	(area a taglio)
$W_{pl} =$	1869	cm ³	(modulo plastico)

Verifica a taglio allo SLU (punto 4.2.4.1.2):

$V_{c,Rd} =$	926.2	KN	(resistenza allo SLU)
$V_{sd} =$	400.9	KN	(taglio di calcolo sulla singola trave)
$FS =$	2.31	-	(fattore di sicurezza)

Verifica a flessione allo SLU (punto 4.2.4.1.2):

$M_{pl,Rd} =$	631.90	KNm	(resistenza allo SLU)
			(momento di calcolo sulla singola trave)
$M_{sd} =$	400.9	KNm	
$FS =$	1.58	-	(fattore di sicurezza)

Verifica a flessione e taglio allo SLU (punto 4.2.4.1.2):

ρ	0.0		(fattore di riduzione dovuto al taglio)
$M_{y,V,Rd} =$	631.9	KNm	(resistenza allo SLU)
$M_{sd} =$	400.9	KNm	(momento di calcolo)
$FC =$	1.58	-	(fattore di sicurezza)

La verifica risulta soddisfatta

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 97 di 99

14.6.3.2 Puntoni 2HEB300

Sollecitazioni di calcolo (riferite alla coppia di profili HEB300):

$$M_d = 84.17 \text{ KN}$$

$$N_d = 801.72 \text{ KN}$$

NB: nella verifica sottostante è stata presa in considerazione la singola trave, le sollecitazioni su indicate sono state prese al 50%. Inoltre la verifica è stata condotta con le proprietà della trave singola (profilati non accoppiati) disposta con l'asse forte verticale.

Caratteristiche geometriche della sezione

HEB 160	acciaio S	355	
H =	30	cm	(altezza profilo)
b =	30	cm	(larghezza ali)
t _r =	1.9	cm	(spessore ali)
t _w =	1.1	cm	(spessore anima)
r =	2.7	cm	(raggio di raccordo)
h ₁	20.8	cm	
A =	149.1	cm ²	(area del profilo)
I _x =	25170	cm ⁴	(momento d'inerzia asse x - piano anima)
I _y =	8563	cm ⁴	(momento d'inerzia asse y - piano ali)
W _x =	1678	cm ³	(modulo di resistenza elastico asse x)
W _y =	570.9	cm ³	(modulo di resistenza elastico asse y)
S _x =	934.5	cm ³	(momento statico di mezza sezione asse x)
S _y =	435.05	cm ³	(momento statico di mezza sezione asse y)

Caratteristiche per il calcolo plastico della sezione

Controllo classe di duttilità (punto 4.2.3.1): $\varepsilon = 0.81$

Ali:

$$c = 12.3$$

$$c/t_r = 6.47 \leq 9\varepsilon = 7.32 \text{ classe 1/2}$$

Anima:

$$c = 20.8$$

$$c/t_w = 18.91 \leq 33\varepsilon = 26.85 \text{ classe 1/2}$$

Caratteristiche plastiche della sezione (punto 4.2.4.1.2):

A _v =	47.45	cm ²	(area a taglio)
W _{plx} =	1869	cm ³	(modulo plastico asse x)
W _{ply} =	870	cm ³	(modulo plastico asse y)

Verifica di stabilità per aste inflesse e compresse (punto 4.2.4.1.3.3):

Resistenza all'instabilità per membrature compresse (punto 4.2.4.1.3.1)

Inflessione intorno all'asse

x			
$\beta =$	1		
Le = $\beta L =$	14.60	m	(lunghezza libera di inflessione)
$\rho =$	12.99	cm	(raggio d'inerzia della sezione)
$\lambda = Le/\rho =$	112.37	-	(snellezza della sezione)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 98 di 99	

$N_{cr} =$	2445	KN	(sforzo normale critico euleriano)
$\lambda_{adim} =$	1.471	-	(snellezza adimensionale)
$\alpha =$	0.340	-	(fattore d'imperfezione)
$\Phi =$	1.799	-	
$\chi =$	0.353	-	(coefficienti riduttivo di Nrd)
$N_{b,Rd} =$	1779	KN	(resistenza di calcolo a sforzo assiale)

Inflessione intorno all'asse

y			
$\beta =$	1		
$L_e = \beta L =$	14.6	m	(lunghezza libera di inflessione)
$\rho =$	7.58	cm	(raggio d'inerzia della sezione)
$\lambda = L_e / \rho =$	192.65	-	(snellezza della sezione)
$N_{cr} =$	832	KN	(sforzo normale critico euleriano)
$\lambda_{adim} =$	2.523	-	(snellezza adimensionale)
$\alpha =$	0.490	-	(fattore d'imperfezione)
$\Phi =$	4.251	-	
$\chi =$	0.130	-	(coefficienti riduttivo di Nrd)
$N_{b,Rd} =$	657	KN	(resistenza di calcolo a sforzo assiale)

Resistenza a flessione (punto 4.2.4.1.2)

$M_{pl,Rdx} =$	632	(momento resistente plastico x)
$M_{pl,Rdy} =$	294	(momento resistente plastico y)

La verifica è condotta in accordo con la circolare del 02/02/09 (punto C4.2.4.1.3.3.1)

$M_{eq,dx} =$	42.1	KNm	(momento equivalente)
$M_{eq,dy} =$	0.0		
$R_N =$	0.610	-	$(N_d / N_{b,Rd})$
$R_{Mx} =$	0.080	-	$(M_{eq,d} / M_{pl,Rdx} \times (1 - N_d / N_{cr}))$
$R_{My} =$	0.000		$(M_{eq,d} / M_{pl,Rdy} \times (1 - N_d / N_{cr}))$
$R_N + R_M$	0.690	<	1

La verifica risulta soddisfatta

14.7 VERIFICHE GEOTECNICHE

14.7.1 Verifica resistenza passiva terreno al piede della paratia (combinazione A2+M2)

La verifica è stata condotta considerando i risultati dell'analisi della paratia con riferimento alla combinazione A2+M2. Per cui, nella condizione più gravosa (FASE 3) si ha:

$$R_{x,pas} = 374.36 \text{ KN/m (resistenza passiva massima mobilizzabile)}$$

$$F_{x,pas} = 188.32 \text{ KN/m (resistenza passiva mobilizzata)}$$

$$FS = 374.36 / 188.32 = 1.98 \text{ (la verifica risulta soddisfatta)}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN67 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE PER STAZ. ALTAVILLA AL KM 41 + 615 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 67 0 0 001	Rev. A	Foglio 99 di 99	

14.7.2 Controllo spostamenti (combinazione RARA)

Sotto i carichi da combinazione RARA la paratia subisce uno spostamento orizzontale massimo (FASE 3) pari a 4.62cm (vedi figura 18).

Tale spostamento risulta del tutto ammissibile con l'opera in oggetto e con le relative condizioni a contorno.