COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

CUP: J47I09000030009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO-GENOVA
QUADRUPLICAMENTO MILANO-ROGOREDO-PAVIA
FASE 2 – QUADRUPLICAMENTO PIEVE EMANUELE - PAVIA

IDRAULICA DI SEDE - GENERALE

Relazione di calcolo tombini ferroviari 3x3

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NM0Z	20	D	26	CL	RI0003	002	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	CONSORZIO INTEGRA	Novembre 2018	F.Coppini/A.Maran	Novembre 2018	S.Borelli	Novembre 2018	F. Bacchi Novembre 2018

ITALFERR - DO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 23172 Sez. A

File: NM0Z20D26CLRI0003002A		n. Elab.:

INDICE

1 PREMESSA 4
2 DESCRIZIONE 5
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
4 ALLEGATI 8
5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 9
6 MODELLO DI CALCOLO 10
7 ANALISI DEI CARICHI 12
7.1 PESO PROPRIO 12
7.2 PERMANENTI PORTATI 12
7.3 SPINTA DEL TERRENO 13
7.4 CARICHI MOBILI 13
7.4.1 Calcolo larghezza di diffusione / coefficiente dinamico 13
7.4.2 Disposizione dei convogli 14
7.5 SPINTA DOVUTA AI CARICHI MOBILI 16
7.6 SERPEGGIO 17
7.7 AVVIAMENTO/FRENATURA 17
7.8 VARIAZIONI TERMICHE 17
7.9 AZIONI SISMICHE 17
7.10 RITIRO 19
8 COMBINAZIONI DI CARICO 21
9 VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE 24
9.1 CRITERI DI VERIFICA 24
9.2 VERIFICA SEZIONE 1: Soletta Inferiore_Nodo Piedritto 27
9.2.1 Presso-Flessione 27
9.2.2 Taglio 27
9.2.3 Fessurazione 29
9.3 VERIFICA SEZIONE 2: Soletta Inferiore_Mezzeria 31
9.3.1 Presso-Flessione 31
9.3.2 Taglio 31
9.3.3 Fessurazione 33
9.4 VERIFICA SEZIONE 3: Piedritto_ Nodo Soletta Superiore 35
9.4.1 Presso-Flessione 35
9.4.2 Taglio 43
9.4.3 Fessurazione 44
9.5 VERIFICA SEZIONE 6: Piedritto_ Nodo Soletta Inferiore 46
9.5.1 Presso-Flessione 46
9.5.2 Taglio 55

9.5.3 Fessurazione 56
9.6 VERIFICA SEZIONE 4: Soletta Superiore_ Nodo Piedritto 58
9.6.1 Presso-Flessione 58
9.6.2 Taglio 67
9.6.3 Fessurazione 68
9.7 VERIFICA SEZIONE 5: Soletta Superiore_ Mezzeria 70
9.7.1 Presso-Flessione 70
9.7.2 Taglio 79
9.7.3 Fessurazione 80
9.8 RIEPILOGO VERIFICHE 82
10 VERIFICHE LONGITUDINALI 86

1 PREMESSA

Nell'ambito degli interventi di potenziamento della linea Milano – Genova, si prevede il quadruplicamento della linea ferroviaria nella tratta Milano Rogoredo-Pavia; in prima fase il quadruplicamento interesserà il tratto di linea compreso fra le stazioni di Milano Rogoredo e Pieve Emanuele, per essere esteso in fase successiva fino a Pavia.

Il quadruplicamento in oggetto, a partire dall'uscita della stazione Milano Rogoredo, prosegue in affiancamento alla linea storica e su una nuova sede e si sviluppa a sud di Milano, estendendosi per circa 30 km lungo l'attuale linea ferroviaria tra i nodi di Milano Rogoredo e Pavia.

Figura 1-1 – Ubicazione del tracciato dell'opera in progetto

Nella presente relazione è riportato il calcolo strutturale dei tombini di geometria *3.0x3.0m.* Tale calcolo è da riferimento anche per i tombini di geometria *3.0x1.5m* e *3.0x2.0m.*

2 DESCRIZIONE

La presente relazione ha per oggetto la verifica della sezione trasversale dell'opera scatolare, utilizzabile per attraversamenti ferroviari, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

I tombini saranno calcolati nell'ipotesi di minimo ricoprimento (pacchetto da 80cm), situazione che determina la condizione di carico più gravosa.

Geometria del tombino			
Larghezza totale	Ltot	3.60	m
Altezza totale	Htot	3.60	m
Spessore soleltta superiore	ss	0.30	m
Spessore piedritti	sp	0.30	m
Spessore soletta inferiore	sf	0.30	m
Luce libera	Lint	3.00	m
Altezza libera	Hint	3.00	m

Tabella 1

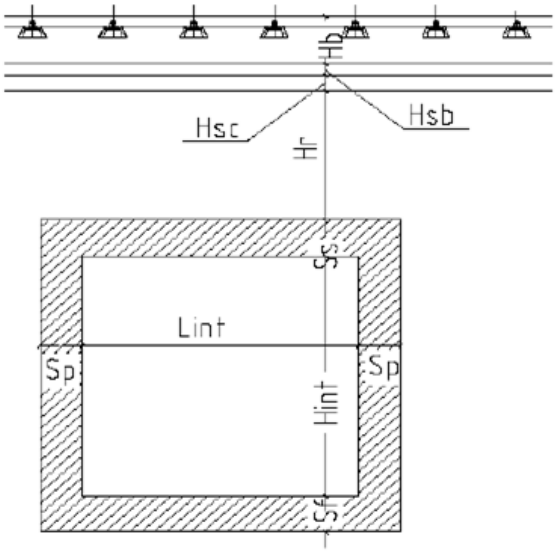

Figura 2-1 - Caratteristiche geometriche

La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Si è tenuto conto della nuova zonazione sismica emanata tramite il D.M. 14.1.2008.
Il calcolo della struttura è stato effettuato considerando una striscia di calcolo pari ad 1m disposta ortogonalmente all'asse longitudinale dello scatolare. In caso di obliquità Ødello scatolare rispetto alla linea ferroviaria il calcolo è stato eseguito analizzando sempre una striscia di larghezza unitaria, assumendo però come luce di calcolo quella misurata in parallelo alla linea ferroviaria tra gli assi dei piedritti valutati lungo lo "spessore corrente" (spessore corrente=spessore piedritto/cosØIn tal caso le stesse verifiche di resistenza sono state condotte con riferimento allo spessore corrente.

Geometria del Ricoprimento			
Ballast+Armamento	Hb	0.75	m
Sub Ballast	Hsb	0.00	m
Ricoprimento	Hsc	0.80	m
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	Hr	0.05	m

Si trascura a favore di sicurezza la presenza del riempimento interno.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Nuove 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;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C..: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: "Manuale di progettazione delle opere civili" del 22/12/2017.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture.

Riferimenti STI:
– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
– Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;
– Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "energia" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
– Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
– Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea.

4 ALLEGATI

Gli allegati alla presente relazione sono:

- Allegato A: Combinazioni di carico

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati nei calcoli sono riportate nelle successive tabelle. Per il calcestruzzo, cautelativamente, si assume una classe di resistenza C28/35, a fronte della C30/37 con cui sarà realizzata l'opera.

Calcestruzzo			
Classe	C28/35		Classe di Resistenza
fck	28	MPa	Resistenza cilindrica caratteristica
Rck	35		Resistenza cubica caratteristica
fcm	36	MPa	Resistenza cilindrica media
fctm	2.76626	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctk	1.93638	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice (frt. 5%)
fcfm	3.31951	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
Ecm	32308.2	MPa	Modulo Elastico
$n_{Poisson}$	0.2		Coefficiente di Poisson
aDT	0.00001	1/°C	Coefficiente di Dilatazione Termica
acc	0.85		coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
gc	1.5		coeff. parziale di sicurezza
fcd	15.8667	MPa	Resistenza di calcolo a compressione
fctd	1.29092	MPa	Resistenza di calcolo a trazione
st	2.30522	MPa	Tensione limite di calcolo per formazione di fessure
sc_{limite}	12.6	MPa	Tensione limite per combinazione quasi permanente
sc_{limite}	16.8	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Acciaio Armature_B450C			
$fynom_{}$	450	MPa	Tensione nominale di snervamento a trazione
$ftnom_{}$	540	MPa	Tensione nominale di rottura a trazione
fyk	450	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
Ecm	206000	MPa	Modulo Elastico
gs	1.15		coeff. parziale di sicurezza
fyd	391.304	MPa	Resistenza di calcolo
ss_{limite}	360	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Per la classe di esposizione del calcestruzzo, la consistenza e il rapposto acqua/cemento si faccia riferimento alle tabelle riportate negli elaborati grafici.

6 MODELLO DI CALCOLO

Nella figura seguente è riportato il modello di calcolo utilizzato per le analisi.

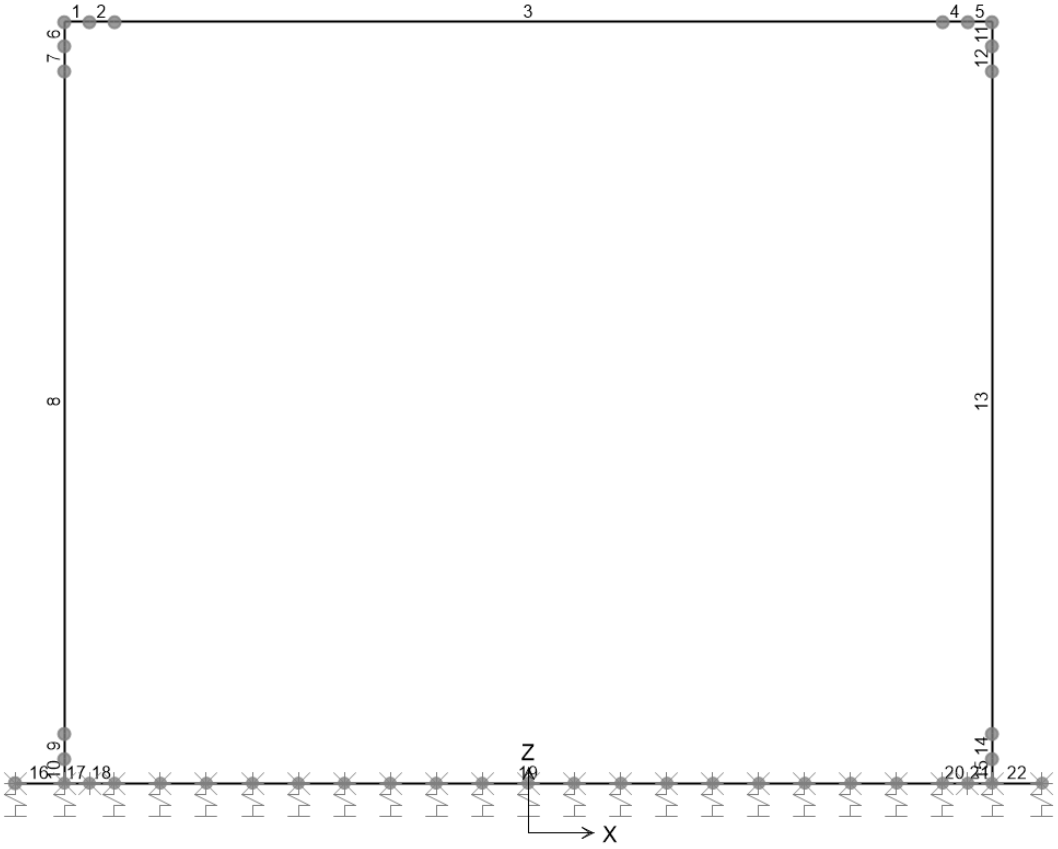

Figura 6-1 - Modello di calcolo

Per ottenere le sollecitazioni sulla struttura è stato realizzato un modello agli e.f. schematizzando la struttura mediante un telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.
Le caratteristiche geometriche delle membrature resistenti e le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzate nella modellazione sono riportate nel paragrafo 2. Per analizzare l'interazione con il terreno, la soletta inferiore è stata vincolata allo stesso mediante molle verticali.
Per la definizione delle precedenti costanti si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica fornitaci.

Cautelativamente, nei calcoli che seguono, si sono assunti i valori minimi di resistenza del terreno, riportati nella seguente tabella:

γ_{sat} [kN/m^3]	γ_d [kN/m^3]	Φ' [°]		Φ' [°]	Φ' [°]	E'_{op} [MPa]		Vs [m/s]		categoria	G_0 [MPa]	
		max	min	laboratorio	scelto	max	min	max	min	terreno	max	min
19	15	30	24	23	23	46	6	347	137	C	235	37

Tabella 6

Per la valutazione del coefficiente di sottofondo è stata utilizzata la seguente espressione:

$k=k_1 [(B+b)/(2B)]^2$

dove:
-B è la larghezza della fondazione;
-b è 30 cm;
- k_1 è un coefficiente ricavabile dalla letteratura tecnica in funzione del tipo di terreno (il valore assunto è pari a 30 N/cm^3).

La rigidezza delle molle in corrispondenza dei piedritti è stata aumentata, seguendo le indicazioni riportate nella letteratura tecnica, al fine di tenere in conto l'irrigidimento apportato dai piedritti al solettone di fondo.

Il valore assunto per il coefficiente di sottofondo è riportato nella successiva tabella.

Coefficiente di Sottofondo			
valore limite di estremità	KESTR	18000	kN/m3
valore limite di mezzeria	kMEZZ	9000	kN/m3

7 ANALISI DEI CARICHI

Nei successivi paragrafi si riportano, sotto forma tabellare, i valori dei carichi caratteristici assunti nel calcolo nonché il nome dell'*"Analysis Case"* a cui il carico è associato.

7.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio della struttura è stato calcolato considerando un peso in volume del c.a. pari a $\gamma_{cls} = 25$ kN/m^3.

Peso Proprio Analysis Case: PP			
Soletta superiore	G1_p.p.	7.5	kN/m
Piedritti	G1_p.p.	7.5	kN/m
Soletta Inferiore	G1_p.p.	7.5	kN/m

Tabella 8

7.2 PERMANENTI PORTATI

Di seguito sono stati riassunti i valori dei carichi permanenti portati che competono la soletta superiore e inferiore:

Permanente Portato soletta sup. Analysis Case: PERM			
Ballast+Armamento	g	18	kN/m3
Sub Ballast	g	20	kN/m3
Ricoprimento	g	20	kN/m3
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	g	25	kN/m3
Permanenti totali (striscia di 1m)		30.75	kN/m

Tabella 9

Permanente Portato soletta inf. Analysis Case: PERM			
Riempimento	g	25	kN/m3
Massetto	g	15	kN/m3
Pavimento	g	20	kN/m3
0	g	0	kN/m3
Permanenti totali (striscia di 1m)		0.00	kN/m

Tabella 10

7.3 SPINTA DEL TERRENO

Una volta definito se la spinta sia prodotta dal rilevato ferroviario o dal terreno in sito non scavato (nel caso di scatolare completamente interrato) il calcolo della spinta è stato eseguito a partire dal coefficiente di spinta a riposo calcolato con la formula K*0= 1-sin*□′ dove □′ è l'angolo di attrito assunto. In caso di falda il peso specifico del terreno è stato sostituito da quello efficace.
Si assume una distribuzione lineare per l'andamento delle pressioni a tergo della parete. Nella successiva figura si riportano le caratteristiche meccaniche del terreno che costituisce il rinterro nonché il valore della pressione sul solettone superiore e inferiore.
N.B. in tale caso si assume che a spingere sia il terreno in sito.

Spinta T. Analysis Case: SPTERRA_sx/SPTERRA_dx			
Angolo di Attrito	f	23	°
Q.ta falda in esercizio	zw	3.60	m
Peso di Volume Efficace	g	9	kN/m3
Coeff. Di spinta a riposo	ko	0.609269	
Pressione in asse sol. sup.	PH	19.56	kN/m2
Pressione in asse sol. inf.	P0	37.65	kN/m2

7.4 CARICHI MOBILI

7.4.1 Calcolo larghezza di diffusione / coefficiente dinamico

Considerando una diffusione *4:1* nel ballast e *1:1* nel sub ballast, super compattato, rinterro e all'interno del c.l.s., si è ottenuta, arrivando fino all'asse della soletta superiore, la seguente larghezza di diffusione trasversale.

DIFFUSIONE TRASVERSALE SU SOLETTONE SUP.				
	Ripartizione	Diffus.	h [m]	Larg. Diff.
Ballast+Armamento	1/4	0.25	0.35	0.0875
Sub Ballast	1/1	1	0.00	0
Ricoprimento	1/1	1	0.80	0.8
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	1/1	1	0.05	0.05
Semi spess. soletta	1/1	1	0.15	0.15
Larghezza della Traversina		Bo	2.40	m
Larghezza di diffusione massima		Bmax	4.00	m
Larghezza di diffusione effettiva		Ld	4.00	m

Nella precedente tabella si assume come larghezza di diffusione massima l'interasse tra i binari, in questo modo può essere considerato sempre il caso di singoli binari carichi.
Per il calcolo del coefficiente dinamico è stato applicato quanto è riportato al paragrafo 1.4.2 delle istruzioni per la progettazione ed esecuzione dei ponti ferroviari. In particolare per il calcolo della "luce caratteristica" *L*□□si fa riferimento al Caso 5 della tabella 1.4.2.5.3-1□delle istruzioni. Si ipotizza uno standard manutentivo normale inoltre in funzione dell'altezza di ricoprimento il coefficiente di incremento dinamico è stato opportunamente ridotto.

Il valore assunto per il coefficiente di incremento dinamico è riportato nelle successive tabelle.

7.4.2 Disposizione dei convogli

I modelli di carico considerati per la struttura sono il treno di carico LM71 ed il treno SW/2.
Per entrambi i convogli sono state considerate le posizioni che massimizzano le sollecitazioni nei vari elementi costituenti la struttura (Cfr. figure seguenti)
Per il treno di carico LM71 è stato considerato il carico equivalente alle 4 forze concentrate di 250 kN pari a:

$q_{eq,\ locomotore,\ LM71} = 250\ x4/6.4 = 156.25\ kN/m$

Tale carico è disposto su 6.4m (vedere schema seguente).
Per le zone non interessate dal locomotore è stato considerato un carico pari a:

$q_{LM71} = 80\ kN/m$

Per il treno di carico SW2 si considerano due carichi distribuiti:
$q_{SW2} = 150\ kN/m$

entrambi distribuiti su 25 m e distanti tra loro di 7m.

I carichi descritti sono stati ripartiti sulla larghezza di diffusione trasversale precedentemente calcolata e ad essi è stato applicato il coefficiente di adattamento □.

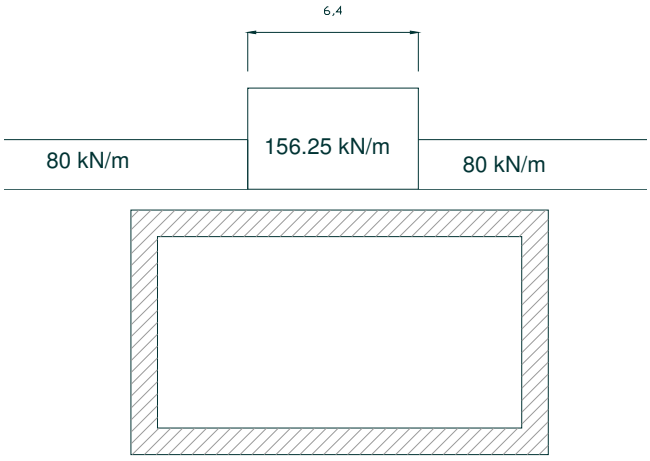

Figura 7-1 - LM72 in pos.1 (LM71 SIMM)

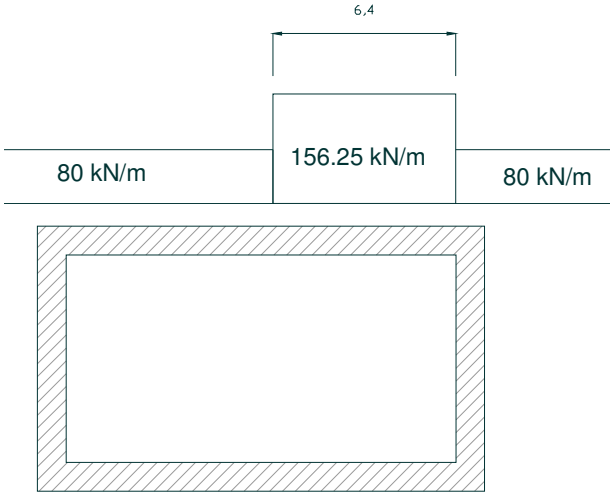

Figura 7-2 - LM71 in pos.2 (LM71 ASIMM)

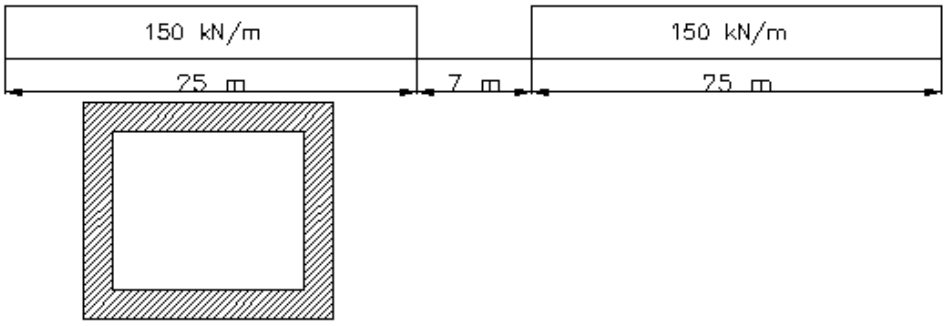

Figura 7-3 - SW2 in pos.1 (SW2 SIMM)

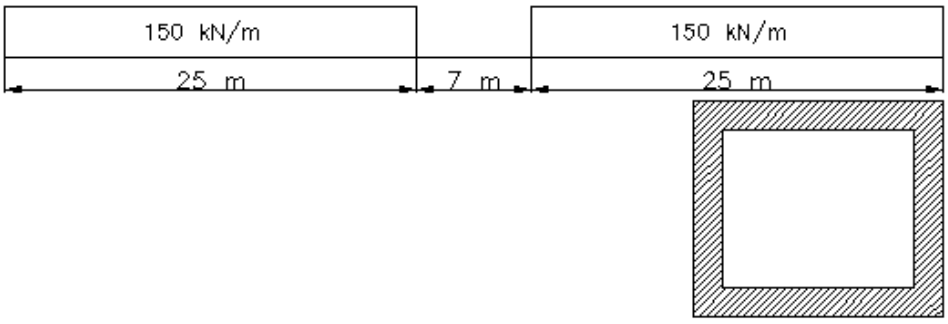

Figura 7-4 - SW2 in pos.2 (SW2 ASIMM)

Nella successiva tabella e figura si indica, limitatamente al solo treno di carico SW2 nella posizione 1, la discretizzazione del carico sul modello di calcolo.

Carico Variabile su solettone superiore			
Coefficiente di Adattamento	a	1	
Luce caratteristica	Lf	4.29	m
Coefficiente dinamico	F	1.29	
Variabile_q1_diffuso Long.	q1	150	kN/m
Variabile_q2_diffuso Long.	q2	150	kN/m
Variabile_q3_diffuso Long.	q3	150	kN/m
Variabile_q4_diffuso Long.	q4	150	kN/m
Variabile_q5_indefinito	q5	150	kN/m
Variabile_q6_indefinito	q6	150	kN/m
	L1	0.75	m
	L2	1.5	m
	L3	2.25	m

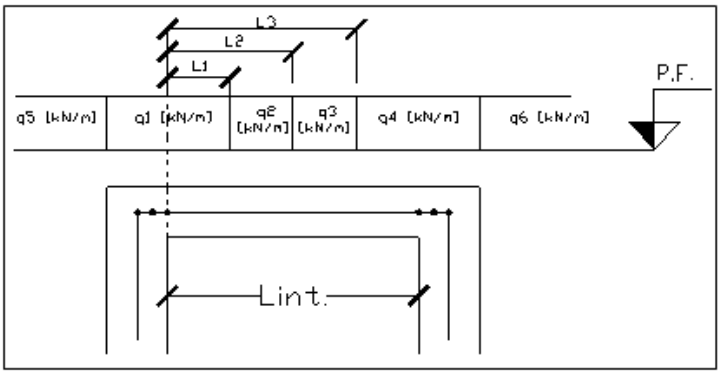

Figura 7-5 - Modalità con cui è stato applicato il carico: Soletta sup

Carico Variabile Sup. Analysis Case: Q1A			
q1_diff. trasv. amplificato	qd1	48.38	kN/m
q2_diff. trasv. amplificato	qd2	48.38	kN/m
q3_diff. trasv. amplificato	qd3	48.38	kN/m
q4_diff. trasv. amplificato	qd4	48.38	kN/m

A favore di sicurezza si trascura la presenza del carico accidentale stradale sulla soletta inferiore.

7.5 SPINTA DOVUTA AI CARICHI MOBILI

Per il generico treno di carico è stata considerata la spinta sulle pareti sinistra/destra dovuta alla presenza del sovraccarico stesso. La spinta è congruente con il modello di carico assunto sul solettone superiore.
Nella successiva tabella si riporta, limitatamente al solo treno di carico SW2 nella posizione 1, l'intensità della spinta, avente diagramma rettangolare.

Spinta Carico Variabile Analysis Case: Q1AKOSX/Q1AKODX			
Larg. di diff. estradosso soletta	$Ld_{_estr_sol}$	4.00	m
q5 ad estradosso soletta	q5	37.50	kN/m2
q6 ad estradosso soletta	q6	37.50	kN/m2
Spinta su piedritto sx	$qo5_{_sx}$	22.85	kN/m2
Spinta su piedritto dx	$qo6_{_dx}$	22.85	kN/m2

7.6 SERPEGGIO

L'azione indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata, applicata alla sommità della rotaia perpendicolare all'asse del binario. Il valore caratteristico di questa forza è pari a Q_{sk}=100 KN.
L'adozione di un modello piano di analisi, ottenuto considerando una striscia unitaria parallela alla rotaia, giustifica l'aver trascurato tale sollecitazione poiché ortogonale all'asse del binario.

7.7 AVVIAMENTO/FRENATURA

Come prescritto si considera, per ogni treno, l'azione più gravosa tra avviamento e frenatura ripartita sulla larghezza di diffusione trasversale al piano medio della soletta superiore.

Frenatura su soletta sup. Analysis Case: FREN			
Frenatura /Avviamento	$ql_b/a,_k$	35	kN/m
Fren. /Avv. Distribuita trasv.	$qdist.l_b/a,_k$	8.75	kN/m2

7.8 VARIAZIONI TERMICHE

È costituita da una variazione termica uniforme e da un gradiente lineare applicato al solo solettone superiore. Per ricoprimenti superiori ad 1,5m non si applica alcuna variazione termica. Nella successiva tabella si riportano i valori applicati al caso specifico.

Azioni Termiche Analysis Case: TEMP/TEMPFARF			
Var. di temperatura uniforme	DTunif	+/- 0	°C
Gradiente lineare su tutto lo scatolare	DTgrad	+/- 0	°C

7.9 AZIONI SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudo-statica 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*. In questo modo si definiscono le componenti inerziali verticali e orizzontali. Per i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali si usano le seguenti espressioni:

$$Kh = amax/g \quad ; \quad Kv = \pm Kh$$

Definite vita nominale dell'opera e coefficiente d'uso è possibile, in base alla classificazione sismica del territorio nazionale fatta dal D.M. 14.01.2008, definire per il generico stato limite di verifica il parametro a_g.

Nelle successive tabelle si riportano i parametri necessari a definire l'azione sismica nonché l'intensità della stessa.

Carichi Sismici			
Vita Nominale dell'opera	VN	75	anni
Coefficiente D'uso	Cu	1.5	
Periodo di riferimento	VR	112.5	anni
Probabilità di Superamento Evento	PVR	10	
Periodo di Ritorno	TR	1068	anni
Acc. orizzontale di picco al sito	ag	0.069	g
Amplificazione Spettrale max.	F0	2.637	
CATEGORIA SOTTOSUOLO		C	
CATEGORIA TOPOGRAFICA		T1	
Coeff. di amp. stratigrafica	**Ss**	1.50	
Coeff. di amp. Topografica	**ST**	1	
amax = SS x ST x ag	amax	0.1035	g

Gli effetti della azione sismica sono stati calcolati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: *G1+G2+0,2xQki.*
Potendo assegnare un carico variabile da traffico non uniforme sul traverso, anche l'azione sismica manterrà tale disuniformità. Di seguito si riportano le azioni sismiche orizzontali e verticali applicate su traverso e piedritti.

Azione sismica Orizzontale Analysis Case: Sis_H			
Coefficiente Sismico Orizzontale	***Kh***	0.1035	
Massa Distribuita sul Trasvesro per il carico da traffico assunto			
G1+G2+0.2xq1		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq2		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq3		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq4		47.92	kN/m
Forze Inerziali applicate al Trasverso			
qsh1 = (G1+G2+0.2xq1) x Kh		5.0	kN/m
qsh2 = (G1+G2+0.2xq2) x Kh		5.0	kN/m
qsh3 = (G1+G2+0.2xq3) x Kh		5.0	kN/m
qsh4 = (G1+G2+0.2xq4) x Kh		5.0	kN/m
Massa Distribuita sui Piedritti Laterali			
G1		7.5	kN/m
Forze Inerziali applicate ai Piedritti Laterali			
q'sh = (G1) x Kh		0.8	kN/m

Azione sismica Verticale Analysis Case: Sis_V			
Coefficiente Sismico Verticale	***Kv***	0.05175	
Massa Distribuita sul Trasvesro per il carico da traffico assunto			
G1+G2+0.2xq1		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq2		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq3		47.92	kN/m
G1+G2+0.2xq4		47.92	kN/m
Forze Inerziali applicate al Trasverso			
qsv1 = (G1+G2+0.2xq1) x Kv		2.5	kN/m
qsv2 = (G1+G2+0.2xq2) x Kv		2.5	kN/m
qsv3 = (G1+G2+0.2xq3) x Kv		2.5	kN/m
qsv4 = (G1+G2+0.2xq4) x Kv		2.5	kN/m

Per completare l'azione sismica si definisce l'incremento di spinta delle terre sotto sisma. Questa è stata definita applicando la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$\Delta SE = (amax/g) \times \Delta \times H^2$

Tale risultante è stata assunta come distribuita sull'altezza del piedritto e agente su uno solo dei due piedritti.

Incremento spinta sotto Sisma Analysis Case: DSe_sx/DSe_dx			
Altezza Totale	Htot	3.60	m
Peso di Volume	g	19	kN/m3
amax = SS x ST x ag	amax	0.1035	g
DSE =(amax/g) x g x H2	DSE	25.49	kN
Pressione Equivalente Uniforme: DSE / H		8.50	kN/m2

7.10 RITIRO

Gli effetti del ritiro trasversale sul solettone superiore sono stati modellati con una variazione termica equivalente applicata allo stesso.

Ritiro Trasversale Analysis Case: RITIRO			
Età c.l.s inizio ritiro essicamento	ts	1	gg
Età del c.l.s. alla messa in carico	t0	1	gg
Età c.l.s. a cui si valuta il ritiro	t	18000	gg
Umidità relativa	RH	75	%
Dimensione fittizia elemento in c.a.	h0	600	mm
Def. per ritiro da essiccamento	ecd(t)	*0.000221*	
Def. per ritiro autogeno	eca(t)	*4.5E-05*	
Deformazione da Ritiro	es(t,t0)	0.000266	
Var. Termica equivalente al ritiro	DTritiro	-6.3	°C

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono state effettuate secondo quanto prescritto dal D.M.14.01.2008 e dalle istruzioni ferroviarie.
In particolare sono state considerate le seguenti combinazioni:

- Combinazione Fondamentale (SLU):

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

- Combinazione Caratteristica Rara (SLE):

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

- Combinazione Sismica (SLU):

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

dove

$E = \pm 1.00 \text{ x } E_Y \pm 0.3\ 0\text{x } E_Z$ oppure $E = \pm 0.30 \text{ x } E_Y \pm 1.00 \text{ x } E_Z$

ed *Ex* e *Ey* sono le componenti della azione sismica orizzontale e verticale.

Gli effetti dei carichi verticali, generati dalla presenza dei convogli, sono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, utilizzando i coefficienti indicati in tabella. Per ogni gruppo di carico si definisce una azione dominante considerata per intero, per le altre azioni si assume una aliquota del valore caratteristico.
I gruppi, cosi come definiti, vanno applicati ad ogni treno di carico considerato per la verifica.

Gruppo di carico considerati	Verticali	Frenatura avviamento
Gruppo 1.1	1.0	0
Grappo 3.1	1.0	1.0
Grappo 3.2	0.5	1.0
Grappo 4 (Fessurazione)	0.8	0.8

I gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come *Qki*. Queste sono combinate con i valori caratteristici delle azioni permanenti (portati e portanti), i carichi variabili non associati al traffico e alla azione sismica adottando i coefficienti di combinazione riportati nelle successive tabelle.

In questo modo si ottengono le sollecitazioni di progetto con cui effettuare le verifiche per lo stato limite considerato.

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

In particolare per il calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione *A1 STR*.
Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente Ψ pari a *0.2* coerentemente all'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

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

Di seguito si riepilogano le analisys case definite in precedenza.

Riepilogo Analisys Case Consderati		
Peso Proprio elementi Strutturali	PP	**G1**
Permanenti portati (non strutturali)	PERM	**G2**
Spinta riempimento su piedritto sx	SPTERRA_sx	
Spinta riempimento su piedritto dx	SPTERRA_dx	
Spinta Idraulica in caso di falda	SPIDRAUL	
Ritiro	RITIRO	**P**
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1A	**Qtraffico**
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1B	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto sx	Q1AKOSX	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto dx	Q1AKODX	
Frenatura	FREN	
Variazione termica uniforme su solettone sup.	TEMP	**Qtemp.**
Gradiente termico su solettone sup.,inf. e su piedritti	TEMPFARF	
Incremento spinta sotto sisma su piedritto sx	DSe_sx	**E**
Incremento spinta sotto sisma su piedritto dx	DSe_dx	
Componente orizzontale azione sismica	Sis_H	
Componente verticale azione sismica	Sis_V	

I coefficienti di combinazione dei singoli carichi sono riportati nell'allegato A.

9 VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE

9.1 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza degli elementi in c.a. sono state condotte con il metodo degli Stati Limite.
L'unità di misura adottata per le forze, momenti e tensioni saranno di volta in volta indicate.

COPRIFERRI ADOTTATO

c=5.0 cm

STAZIONI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza a flessione vengono eseguite nei nodi a ¼ dello spessore dell'elemento (misurato a partire dal punto in cui convergono gli assi dei due frame), mentre a taglio e a fessurazione sul filo dell'elemento (ossia ½ dello spessore).
Nella successiva figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.

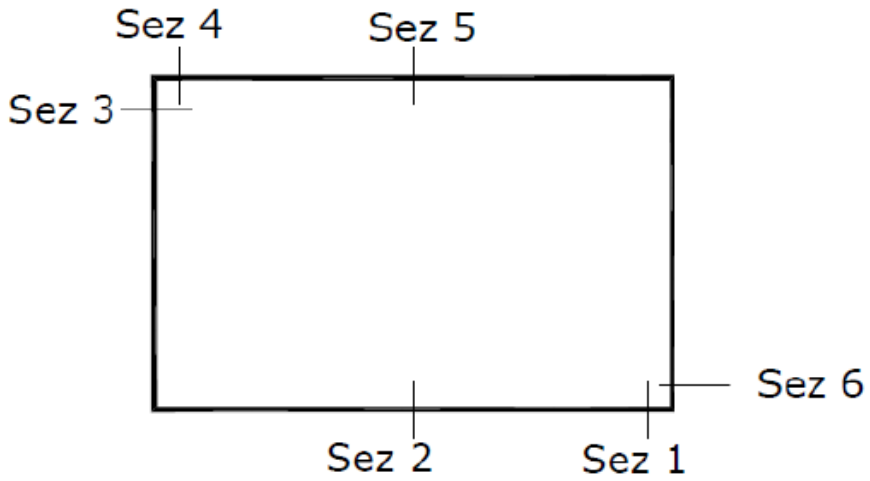

Figura 9-1 - Sezioni di verifica

VERIFICHE ALLO SLU: Presso-Flessione

La verifica secondo il metodo degli stati limite si basa sulle seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Calcestruzzo non resistente a trazione;
- Perfetta aderenza acciaio-c.l.s.

Il controllo eseguito consiste nel verificare che lo stato di sollecitazione *(Nsd, Msd)* sia interno alla frontiera del dominio di rottura della sezione tracciata nel piano Nrd-Mrd. Ciò viene fatto definendo due coefficienti di sicurezza o meglio due percorsi di carico che portano a rottura. Il primo è quello a sforzo normale N=Nsd costante il secondo è quello a rapporto M/N=Msd/Nsd costante.

Il **coefficiente di sicurezza c.s.** rappresenta il rapporto tra la lunghezza del segmento che, per il fissato percorso di carico, collega l'origine del piano Nrd-Mrd ad un punto della frontiera e il segmento che, per lo stesso percorso, individua lo stato di sollecitazione applicato alla sezione.
La verifica è rispettata se c.s.≥ 1.

Nella verifica si sono imposte le seguenti deformazioni ultime:
Calcestruzzo:

ε_{cu1}	ε_{cu2}
0.200%	0.350%

Acciaio:

ε_{ys}	ε_{us}	α_s	ε_{ud}
0.196%	1.000%	1	1.000%

VERIFICHE ALLO SLU: Taglio

La resistenza a taglio *Vrd* è stata definita inizialmente pensando il generico elemento privo di armatura specifica a taglio. Qualora necessario (*Vrd<Vsd*) è stata aggiunta l'apposita armatura e ricalcolato il *Vrd*. Si riporta di seguito uno stralcio del D.M.14.01.2008 in cui sono indicate le relazioni con cui la Vrd è stata definita.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{0{,}18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}\right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \quad (4.1.14)$$

con

$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$

$v_{min} = 0{,}035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$

e dove

d	è l'altezza utile della sezione (in mm);
$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$	è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0{,}02$);
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$	è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0{,}2\ f_{cd}$);
b_w	è la larghezza minima della sezione(in mm).

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha \qquad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta)/(1 + ctg^2\theta) \qquad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \qquad (4.1.20)$$

dove d, b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;
s interasse tra due armature trasversali consecutive;
α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);
α_c coefficiente maggiorativo pari a

1	per membrature non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \le \sigma_{cp} < 0,25\ f_{cd}$
1,25	per $0,25\ f_{cd} \le \sigma_{cp} \le 0,5\ f_{cd}$
$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5\ f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

VERIFICHE A FESSURAZIONE

Le verifiche a fessurazione sono state condotte utilizzando le espressioni riportate nella "Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C". In particolari sono stati assunti i seguenti coefficienti:

β_1=1
β_2=0.5
k_2=0.4
$f_{cfk} = \sigma_t$ = 2.305 MPa; tensione di trazione limite per la formazione delle fessure.

La classe di esposizione dello scatolare rientra nelle condizioni ambientali aggressive inoltre l'opera è in c.a. ordinario si utilizza pertanto una armatura definita poco sensibile.
A seguito delle condizioni di seguito riassunte:

- Combinazione Rara;
- Armatura poco sensibile;
- Ambiente aggressivo.

Secondo quanto riportato nell'istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari l'ampiezza massima delle fessure deve essere inferiore a w_1 = 0.20mm.

Vengono riportate di seguito per ogni sezione i tabulati delle verifiche in resistenza condotte secondo quanto sopra specificato.
I valori delle resistenze di progetto di acciaio e c.l.s. assunte nei calcoli sono quelle riportate nel paragrafo relativo ai materiali.

9.2 VERIFICA SEZIONE 1: SOLETTA INFERIORE_NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	24	22.62	8.6
5	24	22.62	8.6
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

9.2.1 Presso-Flessione

Per come è stato modellato lo scatolare la sezione risulta per lo più inflessa. Si riportano quindi le verifiche per il valore max. e min. del momento flettente applicato. Inoltre in tale caso si ha un solo possibile percorso di carico.
Si riportano le caratteristiche della armatura e il tabulato delle verifiche:

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	***CN=cost***
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	0	180	285.4	**1.58**
2	0	17	285.4	**16.39**

9.2.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spille ϕ 12 /20x20).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	$Ø_{sup}$	20	mm
Diametro armatura tesa inf.	$Ø_{inf}$	24	
Diametro ferro ortogonale	$Ø_{ferro\ ortogonale}$	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	Ø st.	14	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm2 / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n°_{st.}$ /m	5	1/m
Asw	770	mm2
ctg q	1	
ctg a	0	
z = 0.9d	203	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VEdy	NEd	$VRcd_y$	$VRsd_y$	VRd_y	C.S.y,min
	KN	KN	KN	KN	KN	
G3_1_53	***214.296***	***0***	***799.68***	***306***	***304***	***1.417***

9.2.3 Fessurazione

	Formazione fessure	*ss [MPa]*	*ssr [MPa]*	*k3 [-]*	*Aeff [mm2]*	*s [mm]*	*srm [mm]*	*esm [-]*	*wm [mm]*	*wd [mm]*	
1	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
2	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
3	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
4	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
5	Non fessurata	0	-45	0.125							
6	Non fessurata	0	-45	0.125							
7	Non fessurata	0	-45	0.125							
8	Non fessurata	0	-45	0.125							
9	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
10	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
11	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
12	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
13	Non fessurata	0	-43	0.125							
14	Non fessurata	0	-43	0.125							
15	Non fessurata	0	-43	0.125							
16	Non fessurata	0	-43	0.125							
17	Fessurata	-73	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.043	0.073	Verificato
18	Fessurata	-73	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.043	0.073	Verificato
19	Fessurata	-73	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.043	0.073	Verificato
20	Fessurata	-73	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.043	0.073	Verificato
21	Fessurata	-72	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.041	0.070	Verificato
22	Fessurata	-72	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.041	0.070	Verificato
23	Fessurata	-72	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.041	0.070	Verificato
24	Fessurata	-72	-65	0.125	93909	100	193	0.0002	0.041	0.070	Verificato
25	Fessurata	-85	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.058	0.098	Verificato
26	Fessurata	-85	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.058	0.098	Verificato
27	Fessurata	-85	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.058	0.098	Verificato
28	Fessurata	-85	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.058	0.098	Verificato
29	Non fessurata	0	-45	0.125							
30	Non fessurata	0	-45	0.125							
31	Non fessurata	0	-45	0.125							
32	Non fessurata	0	-45	0.125							
33	Fessurata	-83	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.056	0.095	Verificato
34	Fessurata	-83	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.056	0.095	Verificato
35	Fessurata	-83	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.056	0.095	Verificato
36	Fessurata	-83	-65	0.125	93909	100	193	0.0003	0.056	0.095	Verificato
37	Non fessurata	0	-43	0.125							
38	Non fessurata	0	-43	0.125							
39	Non fessurata	0	-43	0.125							
40	Non fessurata	0	-43	0.125							
41	Fessurata	-59	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.023	0.039	Verificato

42	Fessurata	-59	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.023	0.039	Verificato
43	Fessurata	-59	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.023	0.039	Verificato
44	Fessurata	-59	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.023	0.039	Verificato
45	Fessurata	-58	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.022	0.038	Verificato
46	Fessurata	-58	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.022	0.038	Verificato
47	Fessurata	-58	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.022	0.038	Verificato
48	Fessurata	-58	-65	0.125	93909	100	193	0.0001	0.022	0.038	Verificato
49	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
50	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
51	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
52	Fessurata	-125	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.104	0.177	Verificato
53	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
54	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
55	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato
56	Fessurata	-123	-65	0.125	93909	100	193	0.0005	0.103	0.175	Verificato

9.3 VERIFICA SEZIONE 2: SOLETTA INFERIORE_MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

9.3.1 Presso-Flessione

Analogamente alla sezione S1 si riportano le verifiche per i soli valori max e min. del momento flettente. Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	18	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	***CN=cost***
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	0	-19	-131.4	**6.95**
2	0	-78	-131.4	**1.69**

9.3.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.

Nome Combinazione	**VEdy**	**NEd**	**scp**	**$VRd_{,c}$**	**C.S.y,min**
	KN	KN	MPa	N	
SH1	***32.999***	***0***	***0***	***129.6796***	***3.930***

9.3.3 Fessurazione

	Formazione	*ss*	*ssr*	*k3*	*Aeff*	*s*	*srm*	*esm*	*wm*	*wd*
	fessure	*[MPa]*	*[MPa]*	*[-]*	*[mm2]*	*[mm]*	*[mm]*	*[-]*	*[mm]*	*[mm]*
1	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
2	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
3	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
4	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
5	Non fessurata	0	-64	0.13						
6	Non fessurata	0	-64	0.13						
7	Non fessurata	0	-64	0.13						
8	Non fessurata	0	-64	0.13						
9	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	####	0.109	0.186
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	####	0.116	0.197
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-64	0.13						
#	Non fessurata	0	-64	0.13						
#	Non fessurata	0	-64	0.13						
#	Non fessurata	0	-64	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-67	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						

#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-111	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Non fessurata	0	-114	0.13						
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	###	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	###	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	###	0.109	0.186
#	Fessurata	-158	-151	0.13	#####	200	258	###	0.109	0.186
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	###	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	###	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	###	0.116	0.197
#	Fessurata	-161	-151	0.13	#####	200	258	###	0.116	0.197

9.4 VERIFICA SEZIONE 3: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA SUPERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

9.4.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	$CN_{=cost}$
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	227	-89	-203.7	**2.280**
2	201	-81	-201.8	**2.503**
3	227	-89	-203.7	**2.280**
4	201	-81	-201.8	**2.503**
5	227	-89	-203.7	**2.280**
6	201	-81	-201.8	**2.503**
7	227	-89	-203.7	**2.280**
8	201	-81	-201.8	**2.503**
9	201	-81	-201.8	**2.503**

10	201	-81	-201.8	**2.503**
11	201	-81	-201.8	**2.503**
12	201	-81	-201.8	**2.503**
13	227	-89	-203.7	**2.280**
14	100	-46	-194.5	**4.244**
15	227	-89	-203.7	**2.280**
16	100	-46	-194.5	**4.244**
17	227	-89	-203.7	**2.280**
18	100	-46	-194.5	**4.244**
19	227	-89	-203.7	**2.280**
20	100	-46	-194.5	**4.244**
21	100	-46	-194.5	**4.244**
22	100	-46	-194.5	**4.244**
23	100	-46	-194.5	**4.244**
24	100	-46	-194.5	**4.244**
25	227	-90	-203.7	**2.275**
26	201	-81	-201.8	**2.497**
27	227	-90	-203.7	**2.275**
28	201	-81	-201.8	**2.497**
29	227	-90	-203.7	**2.275**
30	201	-81	-201.8	**2.497**
31	227	-90	-203.7	**2.275**
32	201	-81	-201.8	**2.497**
33	201	-81	-201.8	**2.497**
34	201	-81	-201.8	**2.497**
35	201	-81	-201.8	**2.497**
36	201	-81	-201.8	**2.497**
37	227	-90	-203.7	**2.275**
38	100	-46	-194.5	**4.226**
39	227	-90	-203.7	**2.275**
40	100	-46	-194.5	**4.226**
41	227	-90	-203.7	**2.275**
42	100	-46	-194.5	**4.226**
43	227	-90	-203.7	**2.275**
44	100	-46	-194.5	**4.226**
45	100	-46	-194.5	**4.226**
46	100	-46	-194.5	**4.226**
47	100	-46	-194.5	**4.226**
48	100	-46	-194.5	**4.226**
49	68	-30	-192.2	**6.319**
50	68	-30	-192.2	**6.319**
51	68	-32	-192.2	**6.081**
52	68	-32	-192.2	**6.081**
53	203	-52	-202.0	**3.849**
54	183	-51	-200.5	**3.920**
55	203	-52	-202.0	**3.849**

56	183	-51	-200.5	**3.920**
57	203	-52	-202.0	**3.849**
58	183	-51	-200.5	**3.920**
59	203	-52	-202.0	**3.849**
60	183	-51	-200.5	**3.920**
61	183	-51	-200.5	**3.920**
62	183	-51	-200.5	**3.920**
63	183	-51	-200.5	**3.920**
64	183	-51	-200.5	**3.920**
65	203	-52	-202.0	**3.849**
66	100	-46	-194.5	**4.244**
67	203	-52	-202.0	**3.849**
68	100	-46	-194.5	**4.244**
69	203	-52	-202.0	**3.849**
70	100	-46	-194.5	**4.244**
71	203	-52	-202.0	**3.849**
72	100	-46	-194.5	**4.244**
73	100	-46	-194.5	**4.244**
74	100	-46	-194.5	**4.244**
75	100	-46	-194.5	**4.244**
76	100	-46	-194.5	**4.244**
77	203	-53	-202.0	**3.835**
78	183	-51	-200.5	**3.905**
79	203	-53	-202.0	**3.835**
80	183	-51	-200.5	**3.905**
81	203	-53	-202.0	**3.835**
82	183	-51	-200.5	**3.905**
83	203	-53	-202.0	**3.835**
84	183	-51	-200.5	**3.905**
85	183	-51	-200.5	**3.905**
86	183	-51	-200.5	**3.905**
87	183	-51	-200.5	**3.905**
88	183	-51	-200.5	**3.905**
89	203	-53	-202.0	**3.835**
90	100	-46	-194.5	**4.226**
91	203	-53	-202.0	**3.835**
92	100	-46	-194.5	**4.226**
93	203	-53	-202.0	**3.835**
94	100	-46	-194.5	**4.226**
95	203	-53	-202.0	**3.835**
96	100	-46	-194.5	**4.226**
97	100	-46	-194.5	**4.226**
98	100	-46	-194.5	**4.226**
99	100	-46	-194.5	**4.226**
100	100	-46	-194.5	**4.226**
101	68	-30	-192.2	**6.319**

102	68	-30	-192.2	**6.319**
103	68	-32	-192.2	**6.081**
104	68	-32	-192.2	**6.081**
105	250	-126	-205.3	**1.627**
106	220	-110	-203.2	**1.845**
107	250	-126	-205.3	**1.627**
108	220	-110	-203.2	**1.845**
109	250	-126	-205.3	**1.627**
110	220	-110	-203.2	**1.845**
111	250	-126	-205.3	**1.627**
112	220	-110	-203.2	**1.845**
113	220	-110	-203.2	**1.845**
114	220	-110	-203.2	**1.845**
115	220	-110	-203.2	**1.845**
116	220	-110	-203.2	**1.845**
117	250	-126	-205.3	**1.627**
118	119	-75	-195.9	**2.601**
119	250	-126	-205.3	**1.627**
120	119	-75	-195.9	**2.601**
121	250	-126	-205.3	**1.627**
122	119	-75	-195.9	**2.601**
123	250	-126	-205.3	**1.627**
124	119	-75	-195.9	**2.601**
125	119	-75	-195.9	**2.601**
126	119	-75	-195.9	**2.601**
127	119	-75	-195.9	**2.601**
128	119	-75	-195.9	**2.601**
129	250	-126	-205.3	**1.625**
130	220	-110	-203.2	**1.842**
131	250	-126	-205.3	**1.625**
132	220	-110	-203.2	**1.842**
133	250	-126	-205.3	**1.625**
134	220	-110	-203.2	**1.842**
135	250	-126	-205.3	**1.625**
136	220	-110	-203.2	**1.842**
137	220	-110	-203.2	**1.842**
138	220	-110	-203.2	**1.842**
139	220	-110	-203.2	**1.842**
140	220	-110	-203.2	**1.842**
141	250	-126	-205.3	**1.625**
142	119	-76	-195.9	**2.594**
143	250	-126	-205.3	**1.625**
144	119	-76	-195.9	**2.594**
145	250	-126	-205.3	**1.625**
146	119	-76	-195.9	**2.594**
147	250	-126	-205.3	**1.625**

148	119	-76	-195.9	**2.594**
149	119	-76	-195.9	**2.594**
150	119	-76	-195.9	**2.594**
151	119	-76	-195.9	**2.594**
152	119	-76	-195.9	**2.594**
153	68	-30	-192.2	**6.319**
154	68	-30	-192.2	**6.319**
155	68	-32	-192.2	**6.081**
156	68	-32	-192.2	**6.081**
157	140	-31	-197.4	**6.426**
158	132	-34	-196.8	**5.834**
159	140	-31	-197.4	**6.426**
160	132	-34	-196.8	**5.834**
161	140	-31	-197.4	**6.426**
162	132	-34	-196.8	**5.834**
163	140	-31	-197.4	**6.426**
164	132	-34	-196.8	**5.834**
165	132	-34	-196.8	**5.834**
166	132	-34	-196.8	**5.834**
167	132	-34	-196.8	**5.834**
168	132	-34	-196.8	**5.834**
169	140	-31	-197.4	**6.426**
170	151	-63	-198.2	**3.135**
171	140	-31	-197.4	**6.426**
172	151	-63	-198.2	**3.135**
173	140	-31	-197.4	**6.426**
174	151	-63	-198.2	**3.135**
175	140	-31	-197.4	**6.426**
176	151	-63	-198.2	**3.135**
177	151	-63	-198.2	**3.135**
178	151	-63	-198.2	**3.135**
179	151	-63	-198.2	**3.135**
180	151	-63	-198.2	**3.135**
181	140	-31	-197.4	**6.385**
182	132	-34	-196.8	**5.799**
183	140	-31	-197.4	**6.385**
184	132	-34	-196.8	**5.799**
185	140	-31	-197.4	**6.385**
186	132	-34	-196.8	**5.799**
187	140	-31	-197.4	**6.385**
188	132	-34	-196.8	**5.799**
189	132	-34	-196.8	**5.799**
190	132	-34	-196.8	**5.799**
191	132	-34	-196.8	**5.799**
192	132	-34	-196.8	**5.799**
193	140	-31	-197.4	**6.385**

194	151	-63	-198.2	**3.125**
195	140	-31	-197.4	**6.385**
196	151	-63	-198.2	**3.125**
197	140	-31	-197.4	**6.385**
198	151	-63	-198.2	**3.125**
199	140	-31	-197.4	**6.385**
200	151	-63	-198.2	**3.125**
201	151	-63	-198.2	**3.125**
202	151	-63	-198.2	**3.125**
203	151	-63	-198.2	**3.125**
204	151	-63	-198.2	**3.125**
205	68	-30	-192.2	**6.319**
206	68	-30	-192.2	**6.319**
207	68	-32	-192.2	**6.081**
208	68	-32	-192.2	**6.081**
209	187	-104	-200.8	**1.923**
210	170	-93	-199.6	**2.152**
211	187	-104	-200.8	**1.923**
212	170	-93	-199.6	**2.152**
213	187	-104	-200.8	**1.923**
214	170	-93	-199.6	**2.152**
215	187	-104	-200.8	**1.923**
216	170	-93	-199.6	**2.152**
217	170	-93	-199.6	**2.152**
218	170	-93	-199.6	**2.152**
219	170	-93	-199.6	**2.152**
220	170	-93	-199.6	**2.152**
221	187	-104	-200.8	**1.923**
222	170	-93	-199.6	**2.152**
223	187	-104	-200.8	**1.923**
224	170	-93	-199.6	**2.152**
225	187	-104	-200.8	**1.923**
226	170	-93	-199.6	**2.152**
227	187	-104	-200.8	**1.923**
228	170	-93	-199.6	**2.152**
229	170	-93	-199.6	**2.152**
230	170	-93	-199.6	**2.152**
231	170	-93	-199.6	**2.152**
232	170	-93	-199.6	**2.152**
233	187	-105	-200.8	**1.919**
234	170	-93	-199.6	**2.148**
235	187	-105	-200.8	**1.919**
236	170	-93	-199.6	**2.148**
237	187	-105	-200.8	**1.919**
238	170	-93	-199.6	**2.148**
239	187	-105	-200.8	**1.919**

240	170	-93	-199.6	**2.148**
241	170	-93	-199.6	**2.148**
242	170	-93	-199.6	**2.148**
243	170	-93	-199.6	**2.148**
244	170	-93	-199.6	**2.148**
245	187	-105	-200.8	**1.919**
246	170	-93	-199.6	**2.148**
247	187	-105	-200.8	**1.919**
248	170	-93	-199.6	**2.148**
249	187	-105	-200.8	**1.919**
250	170	-93	-199.6	**2.148**
251	187	-105	-200.8	**1.919**
252	170	-93	-199.6	**2.148**
253	170	-93	-199.6	**2.148**
254	170	-93	-199.6	**2.148**
255	170	-93	-199.6	**2.148**
256	170	-93	-199.6	**2.148**
257	68	-30	-192.2	**6.319**
258	68	-30	-192.2	**6.319**
259	68	-32	-192.2	**6.081**
260	68	-32	-192.2	**6.081**
261	68	-9	-192.2	**20.750**
262	68	-9	-192.2	**20.750**
263	75	-19	-192.6	**9.915**
264	75	-19	-192.6	**9.915**
265	68	-9	-192.2	**20.750**
266	68	-9	-192.2	**20.750**
267	99	-59	-194.4	**3.282**
268	99	-59	-194.4	**3.282**
269	75	-19	-192.6	**9.915**
270	75	-19	-192.6	**9.915**
271	106	-69	-194.9	**2.808**
272	106	-69	-194.9	**2.808**
273	99	-59	-194.4	**3.282**
274	99	-59	-194.4	**3.282**
275	106	-69	-194.9	**2.808**
276	106	-69	-194.9	**2.808**
277	66	-9	-192.0	**22.393**
278	66	-9	-192.0	**22.393**
279	72	-19	-192.4	**10.269**
280	72	-19	-192.4	**10.269**
281	66	-9	-192.0	**22.393**
282	66	-9	-192.0	**22.393**
283	97	-59	-194.3	**3.317**
284	97	-59	-194.3	**3.317**
285	72	-19	-192.4	**10.269**

286	72	-19	-192.4	**10.269**
287	103	-69	-194.7	**2.833**
288	103	-69	-194.7	**2.833**
289	97	-59	-194.3	**3.317**
290	97	-59	-194.3	**3.317**
291	103	-69	-194.7	**2.833**
292	103	-69	-194.7	**2.833**
293	82	-27	-193.2	**7.267**
294	82	-27	-193.2	**7.267**
295	89	-37	-193.7	**5.269**
296	89	-37	-193.7	**5.269**
297	82	-27	-193.2	**7.267**
298	82	-27	-193.2	**7.267**
299	92	-42	-193.9	**4.663**
300	92	-42	-193.9	**4.663**
301	89	-37	-193.7	**5.269**
302	89	-37	-193.7	**5.269**
303	98	-52	-194.3	**3.756**
304	98	-52	-194.3	**3.756**
305	92	-42	-193.9	**4.663**
306	92	-42	-193.9	**4.663**
307	98	-52	-194.3	**3.756**
308	98	-52	-194.3	**3.756**
309	73	-24	-192.5	**7.926**
310	73	-24	-192.5	**7.926**
311	80	-34	-193.0	**5.601**
312	80	-34	-193.0	**5.601**
313	73	-24	-192.5	**7.926**
314	73	-24	-192.5	**7.926**
315	83	-39	-193.2	**4.918**
316	83	-39	-193.2	**4.918**
317	80	-34	-193.0	**5.601**
318	80	-34	-193.0	**5.601**
319	89	-49	-193.7	**3.917**
320	89	-49	-193.7	**3.917**
321	83	-39	-193.2	**4.918**
322	83	-39	-193.2	**4.918**
323	89	-49	-193.7	**3.917**
324	89	-49	-193.7	**3.917**

9.4.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli *ϕ 12 /20x20*).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	$Ø_{sup}$	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	$Ø_{inf}$	20	
Diametro ferro ortogonale	$Ø_{ferro\ ortogonale}$	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	Ø st.	0	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	0	
Passo Staffe	s	0	cm
Inclinazione del puntone	q	0	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	0	mm2 / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n°_{st.}$ /m	#DIV/0!	1/m
Asw	0	mm2
ctg q	#DIV/0!	
ctg a	0	
z = 0.9d	207	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	**VEdy**	**NEd**	**scp**	**$VRd_{,c}$**	**$VRcd_{_y}$**	**$VRsd_{_y}$**	**$VRd_{_y}$**	**C.S.y,min**
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
G3_1_77	***-159.092***	***250.886***	***0.836287***	***182.796***				***1.149***

9.4.3 Fessurazione

	Formazione fessure	*ss [MPa]*	*ssr [MPa]*	*k3 [-]*	*Aeff [mm2]*	*s [mm]*	*srm [mm]*	*esm [-]*	*wm [mm]*	*wd [mm]*
1	Non fessurata	0	-42	0.13						
2	Non fessurata	0	-42	0.13						
3	Non fessurata	0	-42	0.13						
4	Non fessurata	0	-42	0.13						
5	Non fessurata	0	-48	0.13						
6	Non fessurata	0	-48	0.13						
7	Non fessurata	0	-48	0.13						
8	Non fessurata	0	-48	0.13						
9	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Fessurata	-127	-114	0.13	89630	200	56	####	0.021	0.036
#	Fessurata	-127	-114	0.13	89630	200	56	####	0.021	0.036
#	Fessurata	-127	-114	0.13	89630	200	56	####	0.021	0.036
#	Fessurata	-127	-114	0.13	89630	200	56	####	0.021	0.036
#	Fessurata	-129	-114	0.13	89767	200	56	####	0.022	0.038
#	Fessurata	-129	-114	0.13	89767	200	56	####	0.022	0.038
#	Fessurata	-129	-114	0.13	89767	200	56	####	0.022	0.038
#	Fessurata	-129	-114	0.13	89767	200	56	####	0.022	0.038
#	Non fessurata	0	-45	0.13						
#	Non fessurata	0	-45	0.13						
#	Non fessurata	0	-45	0.13						
#	Non fessurata	0	-45	0.13						
#	Non fessurata	0	-48	0.13						
#	Non fessurata	0	-48	0.13						
#	Non fessurata	0	-48	0.13						
#	Non fessurata	0	-48	0.13						
#	Non fessurata	0	-47	0.13						
#	Non fessurata	0	-47	0.13						
#	Non fessurata	0	-47	0.13						
#	Non fessurata	0	-47	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-50	0.13						
#	Non fessurata	0	-87	0.13						
#	Non fessurata	0	-87	0.13						
#	Non fessurata	0	-87	0.13						
#	Non fessurata	0	-87	0.13						

#	Non fessurata	0	-89	0.13
#	Non fessurata	0	-89	0.13
#	Non fessurata	0	-89	0.13
#	Non fessurata	0	-89	0.13
#	Non fessurata	0	-42	0.13
#	Non fessurata	0	-42	0.13
#	Non fessurata	0	-42	0.13
#	Non fessurata	0	-42	0.13
#	Non fessurata	0	-44	0.13
#	Non fessurata	0	-44	0.13
#	Non fessurata	0	-44	0.13
#	Non fessurata	0	-44	0.13

9.5 VERIFICA SEZIONE 6: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA INFERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

9.5.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm2]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	***CN=cost***
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	235	-145	-204.2	**1.41**
2	214	-127	-202.8	**1.59**
3	235	-145	-204.2	**1.41**
4	214	-127	-202.8	**1.59**
5	235	-145	-204.2	**1.41**
6	214	-127	-202.8	**1.59**
7	235	-145	-204.2	**1.41**
8	214	-127	-202.8	**1.59**
9	214	-127	-202.8	**1.59**
10	214	-127	-202.8	**1.59**
11	214	-127	-202.8	**1.59**
12	214	-127	-202.8	**1.59**
13	235	-145	-204.2	**1.41**
14	132	-58	-196.9	**3.39**
15	235	-145	-204.2	**1.41**
16	132	-58	-196.9	**3.39**
17	235	-145	-204.2	**1.41**
18	132	-58	-196.9	**3.39**
19	235	-145	-204.2	**1.41**
20	132	-58	-196.9	**3.39**
21	132	-58	-196.9	**3.39**
22	132	-58	-196.9	**3.39**
23	132	-58	-196.9	**3.39**
24	132	-58	-196.9	**3.39**
25	235	-144	-204.2	**1.42**
26	214	-127	-202.8	**1.60**
27	235	-144	-204.2	**1.42**
28	214	-127	-202.8	**1.60**
29	235	-144	-204.2	**1.42**
30	214	-127	-202.8	**1.60**
31	235	-144	-204.2	**1.42**
32	214	-127	-202.8	**1.60**
33	214	-127	-202.8	**1.60**
34	214	-127	-202.8	**1.60**
35	214	-127	-202.8	**1.60**
36	214	-127	-202.8	**1.60**
37	235	-144	-204.2	**1.42**
38	132	-58	-196.9	**3.41**
39	235	-144	-204.2	**1.42**
40	132	-58	-196.9	**3.41**

41	235	-144	-204.2	**1.42**
42	132	-58	-196.9	**3.41**
43	235	-144	-204.2	**1.42**
44	132	-58	-196.9	**3.41**
45	132	-58	-196.9	**3.41**
46	132	-58	-196.9	**3.41**
47	132	-58	-196.9	**3.41**
48	132	-58	-196.9	**3.41**
49	92	-40	-193.9	**4.86**
50	92	-40	-193.9	**4.86**
51	92	-39	-193.9	**5.01**
52	92	-39	-193.9	**5.01**
53	211	-180	-202.6	**1.13**
54	196	-155	-201.4	**1.30**
55	211	-180	-202.6	**1.13**
56	196	-155	-201.4	**1.30**
57	211	-180	-202.6	**1.13**
58	196	-155	-201.4	**1.30**
59	211	-180	-202.6	**1.13**
60	196	-155	-201.4	**1.30**
61	196	-155	-201.4	**1.30**
62	196	-155	-201.4	**1.30**
63	196	-155	-201.4	**1.30**
64	196	-155	-201.4	**1.30**
65	211	-180	-202.6	**1.13**
66	132	-58	-196.9	**3.39**
67	211	-180	-202.6	**1.13**
68	132	-58	-196.9	**3.39**
69	211	-180	-202.6	**1.13**
70	132	-58	-196.9	**3.39**
71	211	-180	-202.6	**1.13**
72	132	-58	-196.9	**3.39**
73	132	-58	-196.9	**3.39**
74	132	-58	-196.9	**3.39**
75	132	-58	-196.9	**3.39**
76	132	-58	-196.9	**3.39**
77	211	-179	-202.6	**1.13**
78	196	-155	-201.4	**1.30**
79	211	-179	-202.6	**1.13**
80	196	-155	-201.4	**1.30**
81	211	-179	-202.6	**1.13**
82	196	-155	-201.4	**1.30**
83	211	-179	-202.6	**1.13**
84	196	-155	-201.4	**1.30**
85	196	-155	-201.4	**1.30**
86	196	-155	-201.4	**1.30**

87	196	-155	-201.4	**1.30**
88	196	-155	-201.4	**1.30**
89	211	-179	-202.6	**1.13**
90	132	-58	-196.9	**3.41**
91	211	-179	-202.6	**1.13**
92	132	-58	-196.9	**3.41**
93	211	-179	-202.6	**1.13**
94	132	-58	-196.9	**3.41**
95	211	-179	-202.6	**1.13**
96	132	-58	-196.9	**3.41**
97	132	-58	-196.9	**3.41**
98	132	-58	-196.9	**3.41**
99	132	-58	-196.9	**3.41**
100	132	-58	-196.9	**3.41**
101	92	-40	-193.9	**4.86**
102	92	-40	-193.9	**4.86**
103	92	-39	-193.9	**5.01**
104	92	-39	-193.9	**5.01**
105	258	-109	-205.9	**1.88**
106	233	-99	-204.1	**2.06**
107	258	-109	-205.9	**1.88**
108	233	-99	-204.1	**2.06**
109	258	-109	-205.9	**1.88**
110	233	-99	-204.1	**2.06**
111	258	-109	-205.9	**1.88**
112	233	-99	-204.1	**2.06**
113	233	-99	-204.1	**2.06**
114	233	-99	-204.1	**2.06**
115	233	-99	-204.1	**2.06**
116	233	-99	-204.1	**2.06**
117	258	-109	-205.9	**1.88**
118	151	-30	-198.2	**6.62**
119	258	-109	-205.9	**1.88**
120	151	-30	-198.2	**6.62**
121	258	-109	-205.9	**1.88**
122	151	-30	-198.2	**6.62**
123	258	-109	-205.9	**1.88**
124	151	-30	-198.2	**6.62**
125	151	-30	-198.2	**6.62**
126	151	-30	-198.2	**6.62**
127	151	-30	-198.2	**6.62**
128	151	-30	-198.2	**6.62**
129	258	-109	-205.9	**1.88**
130	233	-99	-204.1	**2.06**
131	258	-109	-205.9	**1.88**
132	233	-99	-204.1	**2.06**

133	258	-109	-205.9	**1.88**
134	233	-99	-204.1	**2.06**
135	258	-109	-205.9	**1.88**
136	233	-99	-204.1	**2.06**
137	233	-99	-204.1	**2.06**
138	233	-99	-204.1	**2.06**
139	233	-99	-204.1	**2.06**
140	233	-99	-204.1	**2.06**
141	258	-109	-205.9	**1.88**
142	151	-30	-198.2	**6.67**
143	258	-109	-205.9	**1.88**
144	151	-30	-198.2	**6.67**
145	258	-109	-205.9	**1.88**
146	151	-30	-198.2	**6.67**
147	258	-109	-205.9	**1.88**
148	151	-30	-198.2	**6.67**
149	151	-30	-198.2	**6.67**
150	151	-30	-198.2	**6.67**
151	151	-30	-198.2	**6.67**
152	151	-30	-198.2	**6.67**
153	92	-40	-193.9	**4.86**
154	92	-40	-193.9	**4.86**
155	92	-39	-193.9	**5.01**
156	92	-39	-193.9	**5.01**
157	160	-136	-198.9	**1.46**
158	155	-121	-198.5	**1.64**
159	160	-136	-198.9	**1.46**
160	155	-121	-198.5	**1.64**
161	160	-136	-198.9	**1.46**
162	155	-121	-198.5	**1.64**
163	160	-136	-198.9	**1.46**
164	155	-121	-198.5	**1.64**
165	155	-121	-198.5	**1.64**
166	155	-121	-198.5	**1.64**
167	155	-121	-198.5	**1.64**
168	155	-121	-198.5	**1.64**
169	160	-136	-198.9	**1.46**
170	173	-93	-199.8	**2.16**
171	160	-136	-198.9	**1.46**
172	173	-93	-199.8	**2.16**
173	160	-136	-198.9	**1.46**
174	173	-93	-199.8	**2.16**
175	160	-136	-198.9	**1.46**
176	173	-93	-199.8	**2.16**
177	173	-93	-199.8	**2.16**
178	173	-93	-199.8	**2.16**

179	173	-93	-199.8	**2.16**
180	173	-93	-199.8	**2.16**
181	160	-136	-198.9	**1.46**
182	155	-120	-198.5	**1.65**
183	160	-136	-198.9	**1.46**
184	155	-120	-198.5	**1.65**
185	160	-136	-198.9	**1.46**
186	155	-120	-198.5	**1.65**
187	160	-136	-198.9	**1.46**
188	155	-120	-198.5	**1.65**
189	155	-120	-198.5	**1.65**
190	155	-120	-198.5	**1.65**
191	155	-120	-198.5	**1.65**
192	155	-120	-198.5	**1.65**
193	160	-136	-198.9	**1.46**
194	173	-92	-199.8	**2.16**
195	160	-136	-198.9	**1.46**
196	173	-92	-199.8	**2.16**
197	160	-136	-198.9	**1.46**
198	173	-92	-199.8	**2.16**
199	160	-136	-198.9	**1.46**
200	173	-92	-199.8	**2.16**
201	173	-92	-199.8	**2.16**
202	173	-92	-199.8	**2.16**
203	173	-92	-199.8	**2.16**
204	173	-92	-199.8	**2.16**
205	92	-40	-193.9	**4.86**
206	92	-40	-193.9	**4.86**
207	92	-39	-193.9	**5.01**
208	92	-39	-193.9	**5.01**
209	207	-66	-202.2	**3.06**
210	192	-65	-201.2	**3.12**
211	207	-66	-202.2	**3.06**
212	192	-65	-201.2	**3.12**
213	207	-66	-202.2	**3.06**
214	192	-65	-201.2	**3.12**
215	207	-66	-202.2	**3.06**
216	192	-65	-201.2	**3.12**
217	192	-65	-201.2	**3.12**
218	192	-65	-201.2	**3.12**
219	192	-65	-201.2	**3.12**
220	192	-65	-201.2	**3.12**
221	207	-66	-202.2	**3.06**
222	192	-65	-201.2	**3.12**
223	207	-66	-202.2	**3.06**
224	192	-65	-201.2	**3.12**

225	207	-66	-202.2	**3.06**
226	192	-65	-201.2	**3.12**
227	207	-66	-202.2	**3.06**
228	192	-65	-201.2	**3.12**
229	192	-65	-201.2	**3.12**
230	192	-65	-201.2	**3.12**
231	192	-65	-201.2	**3.12**
232	192	-65	-201.2	**3.12**
233	207	-66	-202.2	**3.07**
234	192	-64	-201.2	**3.13**
235	207	-66	-202.2	**3.07**
236	192	-64	-201.2	**3.13**
237	207	-66	-202.2	**3.07**
238	192	-64	-201.2	**3.13**
239	207	-66	-202.2	**3.07**
240	192	-64	-201.2	**3.13**
241	192	-64	-201.2	**3.13**
242	192	-64	-201.2	**3.13**
243	192	-64	-201.2	**3.13**
244	192	-64	-201.2	**3.13**
245	207	-66	-202.2	**3.07**
246	192	-64	-201.2	**3.13**
247	207	-66	-202.2	**3.07**
248	192	-64	-201.2	**3.13**
249	207	-66	-202.2	**3.07**
250	192	-64	-201.2	**3.13**
251	207	-66	-202.2	**3.07**
252	192	-64	-201.2	**3.13**
253	192	-64	-201.2	**3.13**
254	192	-64	-201.2	**3.13**
255	192	-64	-201.2	**3.13**
256	192	-64	-201.2	**3.13**
257	92	-40	-193.9	**4.86**
258	92	-40	-193.9	**4.86**
259	92	-39	-193.9	**5.01**
260	92	-39	-193.9	**5.01**
261	89	-86	-193.7	**2.24**
262	89	-86	-193.7	**2.24**
263	95	-77	-194.1	**2.53**
264	95	-77	-194.1	**2.53**
265	89	-86	-193.7	**2.24**
266	89	-86	-193.7	**2.24**
267	120	-28	-195.9	**7.01**
268	120	-28	-195.9	**7.01**
269	95	-77	-194.1	**2.53**
270	95	-77	-194.1	**2.53**

271	126	-18	-196.4	**10.74**
272	126	-18	-196.4	**10.74**
273	120	-28	-195.9	**7.01**
274	120	-28	-195.9	**7.01**
275	126	-18	-196.4	**10.74**
276	126	-18	-196.4	**10.74**
277	86	-86	-193.5	**2.25**
278	86	-86	-193.5	**2.25**
279	92	-76	-193.9	**2.54**
280	92	-76	-193.9	**2.54**
281	86	-86	-193.5	**2.25**
282	86	-86	-193.5	**2.25**
283	117	-27	-195.7	**7.14**
284	117	-27	-195.7	**7.14**
285	92	-76	-193.9	**2.54**
286	92	-76	-193.9	**2.54**
287	124	-18	-196.2	**11.06**
288	124	-18	-196.2	**11.06**
289	117	-27	-195.7	**7.14**
290	117	-27	-195.7	**7.14**
291	124	-18	-196.2	**11.06**
292	124	-18	-196.2	**11.06**
293	103	-66	-194.7	**2.97**
294	103	-66	-194.7	**2.97**
295	109	-56	-195.2	**3.49**
296	109	-56	-195.2	**3.49**
297	103	-66	-194.7	**2.97**
298	103	-66	-194.7	**2.97**
299	112	-48	-195.4	**4.07**
300	112	-48	-195.4	**4.07**
301	109	-56	-195.2	**3.49**
302	109	-56	-195.2	**3.49**
303	118	-38	-195.8	**5.11**
304	118	-38	-195.8	**5.11**
305	112	-48	-195.4	**4.07**
306	112	-48	-195.4	**4.07**
307	118	-38	-195.8	**5.11**
308	118	-38	-195.8	**5.11**
309	94	-64	-194.0	**3.04**
310	94	-64	-194.0	**3.04**
311	100	-54	-194.5	**3.60**
312	100	-54	-194.5	**3.60**
313	94	-64	-194.0	**3.04**
314	94	-64	-194.0	**3.04**
315	103	-46	-194.7	**4.21**
316	103	-46	-194.7	**4.21**

317	100	-54	-194.5	**3.60**
318	100	-54	-194.5	**3.60**
319	109	-37	-195.2	**5.34**
320	109	-37	-195.2	**5.34**
321	103	-46	-194.7	**4.21**
322	103	-46	-194.7	**4.21**
323	109	-37	-195.2	**5.34**
324	109	-37	-195.2	**5.34**

9.5.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli *ϕ 12 /20x20*).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	$Ø_{sup}$	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	$Ø_{inf}$	20	
Diametro ferro ortogonale	$Ø_{ferro\ ortogonale}$	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	Ø st.	12	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm2 / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n°_{st.}$ /m	5	1/m
Asw	565	mm2
ctg q	1	
ctg a	0	
z = 0.9d	207	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	**VEdy**	**NEd**	**scp**	**$VRd_{,c}$**	**$VRcd_y$**	**$VRsd_y$**	**VRd_y**	**C.S.y,min**
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
G3_1_1	***225.537***	***210.685***			***857.4432***	***229***	***229***	***1.015***

9.5.3 Fessurazione

	Formazione fessure	*ss [MPa]*	*ssr [MPa]*	*k3 [-]*	*Aeff [mm2]*	*s [mm]*	*srm [mm]*	*esm [-]*	*wm [mm]*	*wd [mm]*	
1	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
2	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
3	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
4	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
5	Non fessurata	0	-59	0.13							
6	Non fessurata	0	-59	0.13							
7	Non fessurata	0	-59	0.13							
8	Non fessurata	0	-59	0.13							
9	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Fessurata	-106	-112	0.13	87508	200	55	####	0.013	0.022	Verificato
#	Fessurata	-106	-112	0.13	87508	200	55	####	0.013	0.022	Verificato
#	Fessurata	-106	-112	0.13	87508	200	55	####	0.013	0.022	Verificato
#	Fessurata	-106	-112	0.13	87508	200	55	####	0.013	0.022	Verificato
#	Fessurata	-103	-111	0.13	87301	200	55	####	0.012	0.021	Verificato
#	Fessurata	-103	-111	0.13	87301	200	55	####	0.012	0.021	Verificato
#	Fessurata	-103	-111	0.13	87301	200	55	####	0.012	0.021	Verificato
#	Fessurata	-103	-111	0.13	87301	200	55	####	0.012	0.021	Verificato
#	Fessurata	-128	-117	0.13	91773	200	57	####	0.021	0.036	Verificato
#	Fessurata	-128	-117	0.13	91773	200	57	####	0.021	0.036	Verificato
#	Fessurata	-128	-117	0.13	91773	200	57	####	0.021	0.036	Verificato
#	Fessurata	-128	-117	0.13	91773	200	57	####	0.021	0.036	Verificato
#	Non fessurata	0	-59	0.13							
#	Non fessurata	0	-59	0.13							
#	Non fessurata	0	-59	0.13							
#	Non fessurata	0	-59	0.13							
#	Fessurata	-126	-117	0.13	91659	200	57	####	0.020	0.035	Verificato
#	Fessurata	-126	-117	0.13	91659	200	57	####	0.020	0.035	Verificato
#	Fessurata	-126	-117	0.13	91659	200	57	####	0.020	0.035	Verificato
#	Fessurata	-126	-117	0.13	91659	200	57	####	0.020	0.035	Verificato
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-57	0.13							
#	Non fessurata	0	-82	0.13							

#	Non fessurata	0	-82	0.13							
#	Non fessurata	0	-82	0.13							
#	Non fessurata	0	-82	0.13							
#	Non fessurata	0	-80	0.13							
#	Non fessurata	0	-80	0.13							
#	Non fessurata	0	-80	0.13							
#	Non fessurata	0	-80	0.13							
#	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
#	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
#	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
#	Fessurata	-197	-119	0.13	93239	200	58	####	0.047	0.079	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato
#	Fessurata	-195	-119	0.13	93180	200	58	####	0.046	0.078	Verificato

9.6 VERIFICA SEZIONE 4: SOLETTA SUPERIORE_ NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

9.6.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni di carico più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	***CN=cost***
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	156	-85	-198.5	**2.32**
2	143	-77	-197.6	**2.55**
3	156	-85	-198.5	**2.32**
4	143	-77	-197.6	**2.55**
5	156	-85	-198.5	**2.32**
6	143	-77	-197.6	**2.55**
7	156	-85	-198.5	**2.32**
8	143	-77	-197.6	**2.55**
9	143	-77	-197.6	**2.55**
10	143	-77	-197.6	**2.55**
11	143	-77	-197.6	**2.55**
12	143	-77	-197.6	**2.55**
13	156	-85	-198.5	**2.32**
14	94	-46	-194.0	**4.23**
15	156	-85	-198.5	**2.32**
16	94	-46	-194.0	**4.23**
17	156	-85	-198.5	**2.32**
18	94	-46	-194.0	**4.23**
19	156	-85	-198.5	**2.32**
20	94	-46	-194.0	**4.23**
21	94	-46	-194.0	**4.23**
22	94	-46	-194.0	**4.23**
23	94	-46	-194.0	**4.23**
24	94	-46	-194.0	**4.23**
25	156	-86	-198.5	**2.32**
26	143	-78	-197.7	**2.54**
27	156	-86	-198.5	**2.32**
28	143	-78	-197.7	**2.54**
29	156	-86	-198.5	**2.32**
30	143	-78	-197.7	**2.54**
31	156	-86	-198.5	**2.32**
32	143	-78	-197.7	**2.54**
33	143	-78	-197.7	**2.54**
34	143	-78	-197.7	**2.54**
35	143	-78	-197.7	**2.54**
36	143	-78	-197.7	**2.54**
37	156	-86	-198.5	**2.32**
38	94	-46	-194.1	**4.21**
39	156	-86	-198.5	**2.32**
40	94	-46	-194.1	**4.21**
41	156	-86	-198.5	**2.32**
42	94	-46	-194.1	**4.21**

43	156	-86	-198.5	**2.32**
44	94	-46	-194.1	**4.21**
45	94	-46	-194.1	**4.21**
46	94	-46	-194.1	**4.21**
47	94	-46	-194.1	**4.21**
48	94	-46	-194.1	**4.21**
49	62	-30	-191.7	**6.33**
50	62	-30	-191.7	**6.33**
51	63	-32	-191.8	**6.08**
52	63	-32	-191.8	**6.08**
53	136	-49	-197.1	**4.06**
54	127	-48	-196.5	**4.09**
55	136	-49	-197.1	**4.06**
56	127	-48	-196.5	**4.09**
57	136	-49	-197.1	**4.06**
58	127	-48	-196.5	**4.09**
59	136	-49	-197.1	**4.06**
60	127	-48	-196.5	**4.09**
61	127	-48	-196.5	**4.09**
62	127	-48	-196.5	**4.09**
63	127	-48	-196.5	**4.09**
64	127	-48	-196.5	**4.09**
65	136	-49	-197.1	**4.06**
66	94	-46	-194.0	**4.23**
67	136	-49	-197.1	**4.06**
68	94	-46	-194.0	**4.23**
69	136	-49	-197.1	**4.06**
70	94	-46	-194.0	**4.23**
71	136	-49	-197.1	**4.06**
72	94	-46	-194.0	**4.23**
73	94	-46	-194.0	**4.23**
74	94	-46	-194.0	**4.23**
75	94	-46	-194.0	**4.23**
76	94	-46	-194.0	**4.23**
77	136	-49	-197.1	**4.04**
78	127	-48	-196.5	**4.07**
79	136	-49	-197.1	**4.04**
80	127	-48	-196.5	**4.07**
81	136	-49	-197.1	**4.04**
82	127	-48	-196.5	**4.07**
83	136	-49	-197.1	**4.04**
84	127	-48	-196.5	**4.07**
85	127	-48	-196.5	**4.07**
86	127	-48	-196.5	**4.07**
87	127	-48	-196.5	**4.07**
88	127	-48	-196.5	**4.07**

89	136	-49	-197.1	**4.04**
90	94	-46	-194.1	**4.21**
91	136	-49	-197.1	**4.04**
92	94	-46	-194.1	**4.21**
93	136	-49	-197.1	**4.04**
94	94	-46	-194.1	**4.21**
95	136	-49	-197.1	**4.04**
96	94	-46	-194.1	**4.21**
97	94	-46	-194.1	**4.21**
98	94	-46	-194.1	**4.21**
99	94	-46	-194.1	**4.21**
100	94	-46	-194.1	**4.21**
101	62	-30	-191.7	**6.33**
102	62	-30	-191.7	**6.33**
103	63	-32	-191.8	**6.08**
104	63	-32	-191.8	**6.08**
105	176	-122	-200.0	**1.64**
106	159	-107	-198.8	**1.86**
107	176	-122	-200.0	**1.64**
108	159	-107	-198.8	**1.86**
109	176	-122	-200.0	**1.64**
110	159	-107	-198.8	**1.86**
111	176	-122	-200.0	**1.64**
112	159	-107	-198.8	**1.86**
113	159	-107	-198.8	**1.86**
114	159	-107	-198.8	**1.86**
115	159	-107	-198.8	**1.86**
116	159	-107	-198.8	**1.86**
117	176	-122	-200.0	**1.64**
118	110	-75	-195.2	**2.59**
119	176	-122	-200.0	**1.64**
120	110	-75	-195.2	**2.59**
121	176	-122	-200.0	**1.64**
122	110	-75	-195.2	**2.59**
123	176	-122	-200.0	**1.64**
124	110	-75	-195.2	**2.59**
125	110	-75	-195.2	**2.59**
126	110	-75	-195.2	**2.59**
127	110	-75	-195.2	**2.59**
128	110	-75	-195.2	**2.59**
129	176	-122	-200.0	**1.63**
130	159	-107	-198.8	**1.86**
131	176	-122	-200.0	**1.63**
132	159	-107	-198.8	**1.86**
133	176	-122	-200.0	**1.63**
134	159	-107	-198.8	**1.86**

135	176	-122	-200.0	**1.63**
136	159	-107	-198.8	**1.86**
137	159	-107	-198.8	**1.86**
138	159	-107	-198.8	**1.86**
139	159	-107	-198.8	**1.86**
140	159	-107	-198.8	**1.86**
141	176	-122	-200.0	**1.63**
142	110	-75	-195.2	**2.59**
143	176	-122	-200.0	**1.63**
144	110	-75	-195.2	**2.59**
145	176	-122	-200.0	**1.63**
146	110	-75	-195.2	**2.59**
147	176	-122	-200.0	**1.63**
148	110	-75	-195.2	**2.59**
149	110	-75	-195.2	**2.59**
150	110	-75	-195.2	**2.59**
151	110	-75	-195.2	**2.59**
152	110	-75	-195.2	**2.59**
153	62	-30	-191.7	**6.33**
154	62	-30	-191.7	**6.33**
155	63	-32	-191.8	**6.08**
156	63	-32	-191.8	**6.08**
157	105	-29	-194.8	**6.76**
158	103	-32	-194.7	**6.04**
159	105	-29	-194.8	**6.76**
160	103	-32	-194.7	**6.04**
161	105	-29	-194.8	**6.76**
162	103	-32	-194.7	**6.04**
163	105	-29	-194.8	**6.76**
164	103	-32	-194.7	**6.04**
165	103	-32	-194.7	**6.04**
166	103	-32	-194.7	**6.04**
167	103	-32	-194.7	**6.04**
168	103	-32	-194.7	**6.04**
169	105	-29	-194.8	**6.76**
170	119	-62	-195.8	**3.18**
171	105	-29	-194.8	**6.76**
172	119	-62	-195.8	**3.18**
173	105	-29	-194.8	**6.76**
174	119	-62	-195.8	**3.18**
175	105	-29	-194.8	**6.76**
176	119	-62	-195.8	**3.18**
177	119	-62	-195.8	**3.18**
178	119	-62	-195.8	**3.18**
179	119	-62	-195.8	**3.18**
180	119	-62	-195.8	**3.18**

181	105	-29	-194.8	**6.72**
182	103	-32	-194.7	**6.01**
183	105	-29	-194.8	**6.72**
184	103	-32	-194.7	**6.01**
185	105	-29	-194.8	**6.72**
186	103	-32	-194.7	**6.01**
187	105	-29	-194.8	**6.72**
188	103	-32	-194.7	**6.01**
189	103	-32	-194.7	**6.01**
190	103	-32	-194.7	**6.01**
191	103	-32	-194.7	**6.01**
192	103	-32	-194.7	**6.01**
193	105	-29	-194.8	**6.72**
194	119	-62	-195.9	**3.17**
195	105	-29	-194.8	**6.72**
196	119	-62	-195.9	**3.17**
197	105	-29	-194.8	**6.72**
198	119	-62	-195.9	**3.17**
199	105	-29	-194.8	**6.72**
200	119	-62	-195.9	**3.17**
201	119	-62	-195.9	**3.17**
202	119	-62	-195.9	**3.17**
203	119	-62	-195.9	**3.17**
204	119	-62	-195.9	**3.17**
205	62	-30	-191.7	**6.33**
206	62	-30	-191.7	**6.33**
207	63	-32	-191.8	**6.08**
208	63	-32	-191.8	**6.08**
209	145	-102	-197.8	**1.93**
210	135	-91	-197.0	**2.16**
211	145	-102	-197.8	**1.93**
212	135	-91	-197.0	**2.16**
213	145	-102	-197.8	**1.93**
214	135	-91	-197.0	**2.16**
215	145	-102	-197.8	**1.93**
216	135	-91	-197.0	**2.16**
217	135	-91	-197.0	**2.16**
218	135	-91	-197.0	**2.16**
219	135	-91	-197.0	**2.16**
220	135	-91	-197.0	**2.16**
221	145	-102	-197.8	**1.93**
222	135	-91	-197.0	**2.16**
223	145	-102	-197.8	**1.93**
224	135	-91	-197.0	**2.16**
225	145	-102	-197.8	**1.93**
226	135	-91	-197.0	**2.16**

227	145	-102	-197.8	**1.93**
228	135	-91	-197.0	**2.16**
229	135	-91	-197.0	**2.16**
230	135	-91	-197.0	**2.16**
231	135	-91	-197.0	**2.16**
232	135	-91	-197.0	**2.16**
233	145	-103	-197.8	**1.93**
234	135	-91	-197.0	**2.16**
235	145	-103	-197.8	**1.93**
236	135	-91	-197.0	**2.16**
237	145	-103	-197.8	**1.93**
238	135	-91	-197.0	**2.16**
239	145	-103	-197.8	**1.93**
240	135	-91	-197.0	**2.16**
241	135	-91	-197.0	**2.16**
242	135	-91	-197.0	**2.16**
243	135	-91	-197.0	**2.16**
244	135	-91	-197.0	**2.16**
245	145	-103	-197.8	**1.93**
246	135	-91	-197.0	**2.16**
247	145	-103	-197.8	**1.93**
248	135	-91	-197.0	**2.16**
249	145	-103	-197.8	**1.93**
250	135	-91	-197.0	**2.16**
251	145	-103	-197.8	**1.93**
252	135	-91	-197.0	**2.16**
253	135	-91	-197.0	**2.16**
254	135	-91	-197.0	**2.16**
255	135	-91	-197.0	**2.16**
256	135	-91	-197.0	**2.16**
257	62	-30	-191.7	**6.33**
258	62	-30	-191.7	**6.33**
259	63	-32	-191.8	**6.08**
260	63	-32	-191.8	**6.08**
261	68	-10	-192.1	**20.18**
262	68	-10	-192.1	**20.18**
263	73	-20	-192.5	**9.78**
264	73	-20	-192.5	**9.78**
265	68	-10	-192.1	**20.18**
266	68	-10	-192.1	**20.18**
267	84	-59	-193.3	**3.30**
268	84	-59	-193.3	**3.30**
269	73	-20	-192.5	**9.78**
270	73	-20	-192.5	**9.78**
271	89	-69	-193.7	**2.81**
272	89	-69	-193.7	**2.81**

273	84	-59	-193.3	**3.30**
274	84	-59	-193.3	**3.30**
275	89	-69	-193.7	**2.81**
276	89	-69	-193.7	**2.81**
277	68	-9	-192.1	**21.36**
278	68	-9	-192.1	**21.36**
279	73	-19	-192.5	**10.05**
280	73	-19	-192.5	**10.05**
281	68	-9	-192.1	**21.36**
282	68	-9	-192.1	**21.36**
283	83	-58	-193.3	**3.33**
284	83	-58	-193.3	**3.33**
285	73	-19	-192.5	**10.05**
286	73	-19	-192.5	**10.05**
287	89	-68	-193.7	**2.84**
288	89	-68	-193.7	**2.84**
289	83	-58	-193.3	**3.33**
290	83	-58	-193.3	**3.33**
291	89	-68	-193.7	**2.84**
292	89	-68	-193.7	**2.84**
293	69	-26	-192.2	**7.39**
294	69	-26	-192.2	**7.39**
295	74	-36	-192.6	**5.33**
296	74	-36	-192.6	**5.33**
297	69	-26	-192.2	**7.39**
298	69	-26	-192.2	**7.39**
299	73	-41	-192.5	**4.73**
300	73	-41	-192.5	**4.73**
301	74	-36	-192.6	**5.33**
302	74	-36	-192.6	**5.33**
303	79	-51	-192.9	**3.79**
304	79	-51	-192.9	**3.79**
305	73	-41	-192.5	**4.73**
306	73	-41	-192.5	**4.73**
307	79	-51	-192.9	**3.79**
308	79	-51	-192.9	**3.79**
309	68	-24	-192.2	**7.93**
310	68	-24	-192.2	**7.93**
311	74	-34	-192.6	**5.60**
312	74	-34	-192.6	**5.60**
313	68	-24	-192.2	**7.93**
314	68	-24	-192.2	**7.93**
315	73	-39	-192.5	**4.94**
316	73	-39	-192.5	**4.94**
317	74	-34	-192.6	**5.60**
318	74	-34	-192.6	**5.60**

319	79	-49	-192.9	**3.93**
320	79	-49	-192.9	**3.93**
321	73	-39	-192.5	**4.94**
322	73	-39	-192.5	**4.94**
323	79	-49	-192.9	**3.93**
324	79	-49	-192.9	**3.93**

9.6.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli *ϕ 12 /20x20*).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	$Ø_{sup}$	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	$Ø_{inf}$	20	
Diametro ferro ortogonale	$Ø_{ferro\ ortogonale}$	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	Ø st.	12	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm2 / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n°_{st.}$ /m	5	1/m
Asw	565	mm2
ctg q	1	
ctg a	0	
z = 0.9d	207	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	**VEdy**	**NEd**	**scp**	**VRd,c**	**VRcd_y**	**VRsd_y**	**VRd_y**	**C.S.y,min**
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
G3_1_53	***-212.967***	***174.573***			***851.2138***	***229***	***229***	***1.074***

9.6.3 Fessurazione

	Formazione fessure	*ss [MPa]*	*ssr [MPa]*	*k3 [-]*	*Aeff [mm2]*	*s [mm]*	*srm [mm]*	*esm [-]*	*wm [mm]*	*wd [mm]*
1	Non fessurata	0	-33	0.13						
2	Non fessurata	0	-33	0.13						
3	Non fessurata	0	-33	0.13						
4	Non fessurata	0	-33	0.13						
5	Non fessurata	0	-42	0.13						
6	Non fessurata	0	-42	0.13						
7	Non fessurata	0	-42	0.13						
8	Non fessurata	0	-42	0.13						
9	Non fessurata	0	-35	0.13						
#	Non fessurata	0	-35	0.13						
#	Non fessurata	0	-35	0.13						
#	Non fessurata	0	-35	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Fessurata	-109	-109	0.13	91066	200	57	####	0.015	0.026
#	Fessurata	-109	-109	0.13	91066	200	57	####	0.015	0.026
#	Fessurata	-109	-109	0.13	91066	200	57	####	0.015	0.026
#	Fessurata	-109	-109	0.13	91066	200	57	####	0.015	0.026
#	Fessurata	-111	-109	0.13	91151	200	57	####	0.016	0.027
#	Fessurata	-111	-109	0.13	91151	200	57	####	0.016	0.027
#	Fessurata	-111	-109	0.13	91151	200	57	####	0.016	0.027
#	Fessurata	-111	-109	0.13	91151	200	57	####	0.016	0.027
#	Non fessurata	0	-38	0.13						
#	Non fessurata	0	-38	0.13						
#	Non fessurata	0	-38	0.13						
#	Non fessurata	0	-38	0.13						
#	Non fessurata	0	-42	0.13						
#	Non fessurata	0	-42	0.13						
#	Non fessurata	0	-42	0.13						
#	Non fessurata	0	-42	0.13						
#	Non fessurata	0	-40	0.13						
#	Non fessurata	0	-40	0.13						
#	Non fessurata	0	-40	0.13						
#	Non fessurata	0	-40	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-44	0.13						
#	Non fessurata	0	-75	0.13						
#	Non fessurata	0	-75	0.13						
#	Non fessurata	0	-75	0.13						
#	Non fessurata	0	-75	0.13						

#	Non fessurata	0	-77	0.13
#	Non fessurata	0	-77	0.13
#	Non fessurata	0	-77	0.13
#	Non fessurata	0	-77	0.13
#	Non fessurata	0	-33	0.13
#	Non fessurata	0	-33	0.13
#	Non fessurata	0	-33	0.13
#	Non fessurata	0	-33	0.13
#	Non fessurata	0	-35	0.13
#	Non fessurata	0	-35	0.13
#	Non fessurata	0	-35	0.13
#	Non fessurata	0	-35	0.13

9.7 VERIFICA SEZIONE 5: SOLETTA SUPERIORE_ MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	***H***
[cm]	***[cm]***
100	*30*

9.7.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	**M**	**Mu**	***CN=cost***
	[KN]	***[KN m]***	***[KN m]***	
1	144	83	143.3	**1.72**
2	134	71	142.6	**2.00**
3	144	83	143.3	**1.72**
4	134	71	142.6	**2.00**
5	144	83	143.3	**1.72**
6	134	71	142.6	**2.00**
7	144	83	143.3	**1.72**
8	134	71	142.6	**2.00**
9	134	71	142.6	**2.00**
10	134	71	142.6	**2.00**
11	134	71	142.6	**2.00**
12	134	71	142.6	**2.00**
13	144	83	143.3	**1.72**
14	94	24	139.7	**5.84**
15	144	83	143.3	**1.72**
16	94	24	139.7	**5.84**
17	144	83	143.3	**1.72**
18	94	24	139.7	**5.84**
19	144	83	143.3	**1.72**
20	94	24	139.7	**5.84**
21	94	24	139.7	**5.84**
22	94	24	139.7	**5.84**
23	94	24	139.7	**5.84**
24	94	24	139.7	**5.84**
25	144	83	143.3	**1.73**
26	134	71	142.6	**2.00**
27	144	83	143.3	**1.73**
28	134	71	142.6	**2.00**
29	144	83	143.3	**1.73**
30	134	71	142.6	**2.00**
31	144	83	143.3	**1.73**
32	134	71	142.6	**2.00**
33	134	71	142.6	**2.00**
34	134	71	142.6	**2.00**
35	134	71	142.6	**2.00**
36	134	71	142.6	**2.00**
37	144	83	143.3	**1.73**
38	94	24	139.7	**5.89**
39	144	83	143.3	**1.73**
40	94	24	139.7	**5.89**
41	144	83	143.3	**1.73**

42	94	24	139.7	**5.89**
43	144	83	143.3	**1.73**
44	94	24	139.7	**5.89**
45	94	24	139.7	**5.89**
46	94	24	139.7	**5.89**
47	94	24	139.7	**5.89**
48	94	24	139.7	**5.89**
49	62	17	137.3	**8.01**
50	62	17	137.3	**8.01**
51	63	16	137.4	**8.64**
52	63	16	137.4	**8.64**
53	144	83	143.3	**1.72**
54	134	71	142.6	**2.00**
55	144	83	143.3	**1.72**
56	134	71	142.6	**2.00**
57	144	83	143.3	**1.72**
58	134	71	142.6	**2.00**
59	144	83	143.3	**1.72**
60	134	71	142.6	**2.00**
61	134	71	142.6	**2.00**
62	134	71	142.6	**2.00**
63	134	71	142.6	**2.00**
64	134	71	142.6	**2.00**
65	144	83	143.3	**1.72**
66	94	24	139.7	**5.84**
67	144	83	143.3	**1.72**
68	94	24	139.7	**5.84**
69	144	83	143.3	**1.72**
70	94	24	139.7	**5.84**
71	144	83	143.3	**1.72**
72	94	24	139.7	**5.84**
73	94	24	139.7	**5.84**
74	94	24	139.7	**5.84**
75	94	24	139.7	**5.84**
76	94	24	139.7	**5.84**
77	144	83	143.3	**1.73**
78	134	71	142.6	**2.00**
79	144	83	143.3	**1.73**
80	134	71	142.6	**2.00**
81	144	83	143.3	**1.73**
82	134	71	142.6	**2.00**
83	144	83	143.3	**1.73**
84	134	71	142.6	**2.00**
85	134	71	142.6	**2.00**
86	134	71	142.6	**2.00**
87	134	71	142.6	**2.00**

88	134	71	142.6	**2.00**
89	144	83	143.3	**1.73**
90	94	24	139.7	**5.89**
91	144	83	143.3	**1.73**
92	94	24	139.7	**5.89**
93	144	83	143.3	**1.73**
94	94	24	139.7	**5.89**
95	144	83	143.3	**1.73**
96	94	24	139.7	**5.89**
97	94	24	139.7	**5.89**
98	94	24	139.7	**5.89**
99	94	24	139.7	**5.89**
100	94	24	139.7	**5.89**
101	62	17	137.3	**8.01**
102	62	17	137.3	**8.01**
103	63	16	137.4	**8.64**
104	63	16	137.4	**8.64**
105	144	83	143.3	**1.72**
106	134	71	142.6	**2.00**
107	144	83	143.3	**1.72**
108	134	71	142.6	**2.00**
109	144	83	143.3	**1.72**
110	134	71	142.6	**2.00**
111	144	83	143.3	**1.72**
112	134	71	142.6	**2.00**
113	134	71	142.6	**2.00**
114	134	71	142.6	**2.00**
115	134	71	142.6	**2.00**
116	134	71	142.6	**2.00**
117	144	83	143.3	**1.72**
118	94	24	139.7	**5.84**
119	144	83	143.3	**1.72**
120	94	24	139.7	**5.84**
121	144	83	143.3	**1.72**
122	94	24	139.7	**5.84**
123	144	83	143.3	**1.72**
124	94	24	139.7	**5.84**
125	94	24	139.7	**5.84**
126	94	24	139.7	**5.84**
127	94	24	139.7	**5.84**
128	94	24	139.7	**5.84**
129	144	83	143.3	**1.73**
130	134	71	142.6	**2.00**
131	144	83	143.3	**1.73**
132	134	71	142.6	**2.00**
133	144	83	143.3	**1.73**

134	134	71	142.6	**2.00**
135	144	83	143.3	**1.73**
136	134	71	142.6	**2.00**
137	134	71	142.6	**2.00**
138	134	71	142.6	**2.00**
139	134	71	142.6	**2.00**
140	134	71	142.6	**2.00**
141	144	83	143.3	**1.73**
142	94	24	139.7	**5.89**
143	144	83	143.3	**1.73**
144	94	24	139.7	**5.89**
145	144	83	143.3	**1.73**
146	94	24	139.7	**5.89**
147	144	83	143.3	**1.73**
148	94	24	139.7	**5.89**
149	94	24	139.7	**5.89**
150	94	24	139.7	**5.89**
151	94	24	139.7	**5.89**
152	94	24	139.7	**5.89**
153	62	17	137.3	**8.01**
154	62	17	137.3	**8.01**
155	63	16	137.4	**8.64**
156	63	16	137.4	**8.64**
157	119	54	141.5	**2.64**
158	114	48	141.1	**2.96**
159	119	54	141.5	**2.64**
160	114	48	141.1	**2.96**
161	119	54	141.5	**2.64**
162	114	48	141.1	**2.96**
163	119	54	141.5	**2.64**
164	114	48	141.1	**2.96**
165	114	48	141.1	**2.96**
166	114	48	141.1	**2.96**
167	114	48	141.1	**2.96**
168	114	48	141.1	**2.96**
169	119	54	141.5	**2.64**
170	114	48	141.1	**2.96**
171	119	54	141.5	**2.64**
172	114	48	141.1	**2.96**
173	119	54	141.5	**2.64**
174	114	48	141.1	**2.96**
175	119	54	141.5	**2.64**
176	114	48	141.1	**2.96**
177	114	48	141.1	**2.96**
178	114	48	141.1	**2.96**
179	114	48	141.1	**2.96**

180	114	48	141.1	**2.96**
181	119	53	141.5	**2.65**
182	114	47	141.1	**2.97**
183	119	53	141.5	**2.65**
184	114	47	141.1	**2.97**
185	119	53	141.5	**2.65**
186	114	47	141.1	**2.97**
187	119	53	141.5	**2.65**
188	114	47	141.1	**2.97**
189	114	47	141.1	**2.97**
190	114	47	141.1	**2.97**
191	114	47	141.1	**2.97**
192	114	47	141.1	**2.97**
193	119	53	141.5	**2.65**
194	114	47	141.1	**2.97**
195	119	53	141.5	**2.65**
196	114	47	141.1	**2.97**
197	119	53	141.5	**2.65**
198	114	47	141.1	**2.97**
199	119	53	141.5	**2.65**
200	114	47	141.1	**2.97**
201	114	47	141.1	**2.97**
202	114	47	141.1	**2.97**
203	114	47	141.1	**2.97**
204	114	47	141.1	**2.97**
205	62	17	137.3	**8.01**
206	62	17	137.3	**8.01**
207	63	16	137.4	**8.64**
208	63	16	137.4	**8.64**
209	119	54	141.5	**2.64**
210	114	48	141.1	**2.96**
211	119	54	141.5	**2.64**
212	114	48	141.1	**2.96**
213	119	54	141.5	**2.64**
214	114	48	141.1	**2.96**
215	119	54	141.5	**2.64**
216	114	48	141.1	**2.96**
217	114	48	141.1	**2.96**
218	114	48	141.1	**2.96**
219	114	48	141.1	**2.96**
220	114	48	141.1	**2.96**
221	119	54	141.5	**2.64**
222	114	48	141.1	**2.96**
223	119	54	141.5	**2.64**
224	114	48	141.1	**2.96**
225	119	54	141.5	**2.64**

226	114	48	141.1	**2.96**
227	119	54	141.5	**2.64**
228	114	48	141.1	**2.96**
229	114	48	141.1	**2.96**
230	114	48	141.1	**2.96**
231	114	48	141.1	**2.96**
232	114	48	141.1	**2.96**
233	119	53	141.5	**2.65**
234	114	47	141.1	**2.97**
235	119	53	141.5	**2.65**
236	114	47	141.1	**2.97**
237	119	53	141.5	**2.65**
238	114	47	141.1	**2.97**
239	119	53	141.5	**2.65**
240	114	47	141.1	**2.97**
241	114	47	141.1	**2.97**
242	114	47	141.1	**2.97**
243	114	47	141.1	**2.97**
244	114	47	141.1	**2.97**
245	119	53	141.5	**2.65**
246	114	47	141.1	**2.97**
247	119	53	141.5	**2.65**
248	114	47	141.1	**2.97**
249	119	53	141.5	**2.65**
250	114	47	141.1	**2.97**
251	119	53	141.5	**2.65**
252	114	47	141.1	**2.97**
253	114	47	141.1	**2.97**
254	114	47	141.1	**2.97**
255	114	47	141.1	**2.97**
256	114	47	141.1	**2.97**
257	62	17	137.3	**8.01**
258	62	17	137.3	**8.01**
259	63	16	137.4	**8.64**
260	63	16	137.4	**8.64**
261	77	23	138.4	**6.05**
262	77	23	138.4	**6.05**
263	77	23	138.4	**6.05**
264	77	23	138.4	**6.05**
265	77	23	138.4	**6.05**
266	77	23	138.4	**6.05**
267	77	23	138.4	**6.05**
268	77	23	138.4	**6.05**
269	77	23	138.4	**6.05**
270	77	23	138.4	**6.05**
271	77	23	138.4	**6.05**

272	77	23	138.4	**6.05**
273	77	23	138.4	**6.05**
274	77	23	138.4	**6.05**
275	77	23	138.4	**6.05**
276	77	23	138.4	**6.05**
277	77	22	138.4	**6.44**
278	77	22	138.4	**6.44**
279	77	22	138.4	**6.44**
280	77	22	138.4	**6.44**
281	77	22	138.4	**6.44**
282	77	22	138.4	**6.44**
283	77	22	138.4	**6.44**
284	77	22	138.4	**6.44**
285	77	22	138.4	**6.44**
286	77	22	138.4	**6.44**
287	77	22	138.4	**6.44**
288	77	22	138.4	**6.44**
289	77	22	138.4	**6.44**
290	77	22	138.4	**6.44**
291	77	22	138.4	**6.44**
292	77	22	138.4	**6.44**
293	72	26	138.1	**5.36**
294	72	26	138.1	**5.36**
295	72	26	138.1	**5.36**
296	72	26	138.1	**5.36**
297	72	26	138.1	**5.36**
298	72	26	138.1	**5.36**
299	72	26	138.1	**5.36**
300	72	26	138.1	**5.36**
301	72	26	138.1	**5.36**
302	72	26	138.1	**5.36**
303	72	26	138.1	**5.36**
304	72	26	138.1	**5.36**
305	72	26	138.1	**5.36**
306	72	26	138.1	**5.36**
307	72	26	138.1	**5.36**
308	72	26	138.1	**5.36**
309	72	21	138.0	**6.49**
310	72	21	138.0	**6.49**
311	72	21	138.0	**6.49**
312	72	21	138.0	**6.49**
313	72	21	138.0	**6.49**
314	72	21	138.0	**6.49**
315	72	21	138.0	**6.49**
316	72	21	138.0	**6.49**
317	72	21	138.0	**6.49**

318	72	21	138.0	**6.49**
319	72	21	138.0	**6.49**
320	72	21	138.0	**6.49**
321	72	21	138.0	**6.49**
322	72	21	138.0	**6.49**
323	72	21	138.0	**6.49**
324	72	21	138.0	**6.49**

9.7.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.

Nome Combinazione	**VEdy**	**NEd**	**scp**	**$VRd_{,c}$**	**$VRcd_{_y}$**	**$VRsd_{_y}$**	**$VRd_{_y}$**	**C.S.y,min**
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
G3_0.5_1	***22.041***	***119.084***	***0.396947***	***143.2552***				***6.499***

9.7.3 Fessurazione

	Formazione fessure	*ss [MPa]*	*ssr [MPa]*	*k3 [-]*	*Aeff [mm2]*	*s [mm]*	*srm [mm]*	*esm [-]*	*wm [mm]*	*wd [mm]*	
1	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
2	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
3	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
4	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
5	Non fessurata	0	-33	0.13							
6	Non fessurata	0	-33	0.13							
7	Non fessurata	0	-33	0.13							
8	Non fessurata	0	-33	0.13							
9	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-33	0.13							
#	Non fessurata	0	-33	0.13							
#	Non fessurata	0	-33	0.13							
#	Non fessurata	0	-33	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							
#	Non fessurata	0	-29	0.13							

#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-79	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Non fessurata	0	-75	0.13							
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-125	-136	0.13	#####	200	257	####	0.066	0.111	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato
#	Fessurata	-121	-135	0.13	#####	200	257	####	0.062	0.106	Verificato

9.8 RIEPILOGO VERIFICHE

Nel seguito per le varie posizioni dei due treni di carico si riportano le verifiche riassuntive delle verifiche allo SLU.

01_SW2 SIMM						
SEZ.	**VERIFICA**	**COMBO**	**N[KN]**	**M[KN m]**	**V[KN]**	**C.S.**
1	Presso-flessione	G3_1_1	0	180	-	1.584
	Taglio	G3_1_53	0	-	214	1.417
2	Presso-flessione	G3_1_77	0	-67	-	1.957
	Taglio	G3_1_1	0	-	130	3.752
3	Presso-flessione	G3_1_77	250	-126	-	1.625
	Taglio	G3_1_77	251	0	-159	1.149
4	Presso-flessione	G3_1_77	176	-122	-	1.633
	Taglio	G3_1_53	175	0	-213	1.074
5	Presso-flessione	G1_1	156	71	-	2.020
	Taglio	G3_0.5_1	125	-	23	6.156
6	Presso-flessione	G3_1_1	235	-130	-	1.566
	Taglio	G3_1_1	235	-	196	1.169

02_SW2 ASIMM						
SEZ.	**VERIFICA**	**COMBO**	**N[KN]**	**M[KN m]**	**V[KN]**	**C.S.**
1	Presso-flessione	G3_1_1	0	180	-	1.584
	Taglio	G3_1_53	0	-	214	1.417
2	Presso-flessione	G1_25	0	-74	-	1.769
	Taglio	G3_1_1	0	-	130	1.503
3	Presso-flessione	G3_0.5_77	175	-82	-	2.426
	Taglio	G3_1_77	227	0	-129	1.392
4	Presso-flessione	G3_0.5_77	130	-80	-	2.452
	Taglio	G3_1_53	145	0	-189	1.210
5	Presso-flessione	G1_1	126	79	-	1.804
	Taglio	G3_1_1	126	-	47	3.051
6	Presso-flessione	G3_1_1	211	-180	-	1.128
	Taglio	G3_1_1	211	-	226	1.015

03_LM71 SIMM						
SEZ.	**VERIFICA**	**COMBO**	**N[KN]**	**M[KN m]**	**V[KN]**	**C.S.**
1	Presso-flessione	G3_1_1	0	180	-	1.584
	Taglio	G3_1_53	0	-	214	1.417
2	Presso-flessione	G1_25	0	-78	-	1.687
	Taglio	SH1	0	-	130	3.930
3	Presso-flessione	G3_1_77	267	-127	-	1.628
	Taglio	G3_1_77	268	0	-148	1.245
4	Presso-flessione	G3_1_77	163	-121	-	1.644
	Taglio	G3_1_53	162	0	-227	1.008
5	Presso-flessione	G1_1	144	83	-	1.721
	Taglio	G3_0.5_1	119	-	22	6.499
6	Presso-flessione	G3_1_1	255	-130	-	1.584
	Taglio	G3_1_1	254	-	184	1.241

04_LM71 ASIMM						
SEZ.	**VERIFICA**	**COMBO**	**N[KN]**	**M[KN m]**	**V[KN]**	**C.S.**
1	Presso-flessione	G3_1_1	0	153	-	1.867
	Taglio	G3_1_53	0	-	227	1.336
2	Presso-flessione	G1_25	0	-78	-	1.687
	Taglio	G3_1_1	0	-	130	2.354
3	Presso-flessione	G3_1_77	257	-110	-	1.872
	Taglio	G3_1_77	258	0	-146	1.255
4	Presso-flessione	G3_1_77	163	-105	-	1.900
	Taglio	G3_1_53	162	0	-217	1.056
5	Presso-flessione	G1_1	144	83	-	1.721
	Taglio	G3_1_1	144	-	32	4.510
6	Presso-flessione	G3_1_1	245	-154	-	1.333
	Taglio	G3_1_1	244	-	208	1.099

10 VERIFICHE LONGITUDINALI

Nel presente paragrafo sono riportati i criteri da utilizzare sulla singola opera per la determinazione del quantitativo di armatura longitudinale.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE <20m
Per lunghezze dei conci dello scatolare inferiori a 20m non si effettua il calcolo dell'armatura longitudinale e si dispone il quantitativo minimo.
La minima armatura longitudinale da disporre è pari al 20% dell'armatura trasversale disposta in mezzeria della sezione trasversale stessa.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE ≥20m

Per lunghezze dei conci superiori a 20m si effettua il dimensionamento dell'armatura longitudinale considerando l'azione di trazione che si sviluppa per effetto dell'attrito offerto dal terreno.
La formulazione per il calcolo di tale azione (e quindi dell'armatura longitudinale antiritiro) è mutuata dall'EC2:

A_s = armatura longitudinale = N_{tr}/σ_s

in cui:

$N_{tr} = k_c \times k \times \sigma_{tr} \times A_c$	azione normale di trazione dovuta alle ε_r di ritiro
σ_s	massima tensione ammessa nell'armatura
Ac	area della sezione di cls che si ritira
$\sigma_{tr} = \varepsilon_r \times Ec/3$	tensione di trazione indotta dal ritiro
$k_c = 1.0$	coefficiente di distribuzione delle tensioni nella sezione
k=0.8 per h<=30cm, 0.5 per h>=80cm	coefficiente che tiene conto degli effetti di tensione autoequilibrate non uniforme

Per tenere in conto del fatto che il grado di impedimento del terreno sullo scatolare è parziale e non totale si fa riferimento alla norma ACI 207.2R-95 che propone di utilizzare il seguente coefficiente:

$K_r = [(L/H-2)/(L/H+1)]^{h/H}$	grado di impedimento
m = 1/(1+Ac/At*Ec/Et)	moltiplicatore del grado di impedimento

L = lunghezza del concio di scatolare

H = altezza dell'elemento di cls a contatto con il terreno

h = H/2 = altezza all'interno dell'elemento in cui si valuta il grado di impedimento

Ec = modulo elastico del cls ridotto a1/3 per tenere in conto gli effetti viscosi

Et = modulo elastico del terreno

Ac = area dell'elemento in cls

At = superficie del terreno a contatto

Per la determinazione di E_t si considerano le seguenti ipotesi:

Et1 = terreno a contatto con la soletta di fondazione = 750 MPa

Et2 = terreno a contatto con la soletta di copertura = 300 MPa

Et3 = terreno a contatto con i piedritti = 525 MPa

Et = (Et1*Asf + Et2*As + Et3*Asp)/(Asf + As + Asp)

In cui
Asf = sezione della soletta inferiore
As = sezione della soletta superiore
Asp = sezione dei piedritti

A seguito di quanto esposto, prendendo in considerazione una striscia di larghezza unitaria pari a 1.00m, l'armatura antiritiro longitudinale si ottiene da:

$$\mathbf{A_s = (k_c * k * \varepsilon_{tr} * Ac/\sigma_s) * m * K_r}$$

Per il calcolo della tensione di trazione dovuta al ritiro, sempre utilizzando le prescrizioni dell'EC2, è stata calcolata mediante le seguenti formule:

$$\mathbf{\varepsilon_{tr} = \varepsilon_{cs_m} * E_{cs}/3}$$

in cui:

$\varepsilon_{cs}(t_1,t_0) = \varepsilon_{cr0} * \beta_s(t_1-t_0)$ deformazione di ritiro del cls

$\varepsilon_{cr0} = \beta_s(f_{cm}) * \beta_{RH}$ coefficiente nominale di ritiro

$\beta_s(t_1,t_0) = [(t_1-t_0)/(0.035*h_0^2+t_1-t_o)]^{0.5}$ coefficiente di sviluppo del ritiro nel tempo

$\beta_s(f_{cm}) = [160+\beta_{sc}*(90-f_{cm})]*10^{-6}$ fattore che tiene conto della Rck

$\beta_{RH} = 1.55*[1-(RH/100)^3]$ fattore che tiene conto delle condizioni di maturazione

$f_{cm} = 0.83*R_{ck}+8$ [MPa] resistenza media a compressione del cls

$t_0 = 1$ età del cls all'inizio della contrazione

$t_1 = 18000$ età finale del cls (18000 giorni =50 anni)

RH = 75% umidità relativa ambientale

$h_0 = 2A_c/u$ [mm] Spessore fittizio

Ac = area del cls che si ritira

u = perimetro dell'elemento di cls a contatto con l'atmosfera, assunto pari alla luce interna degli elementi dello scatolare

$\varepsilon_{cs_m}(t_1,t_0) = (\varepsilon_{sf}*A_{sf} + \varepsilon_p*A_{sp} + \varepsilon_s*A_s)/(A_{sf} + A_s + A_{sp})$

Calcolo armatura longitudinale anti ritiro: Valutazione del ritiro		*Fondazione*	*Piedritti*	*Solettone*
Area c.l.s. che ritira	Ac [mmq]	1200000	900000	1080000
Per. a contatto con atmosfera	u [mm]	3000	3000	3000
Spessore Fittizio	h0 [mm]	800.000	600	720.000
Età c.l.s inizio ritiro essicamento	t1 [gg]	18000	18000	18000
Età c.l.s. a cui si valuta il ritiro	t0 [gg]	1	1	1
Fattore di maturazione	brh	0.896	0.896	0.896
Fattore di resistenza	es(fcm)	1	1	1
Coefficiente nominale di ritiro	ecr0	0.000214	0.000214	0.000214
Coefficiente di sviluppo nel tempo	bs(t1,t0)	0.000192	0.000192	0.000192
Deformazione di ritiro del c.l.s.	ecs(t1,t0)	0.66748	0.76696	0.70569

Calcolo armatura longitudinale anti ritiro: Parametri e verifica armatura			
Deformazione media di ritiro	$ecs_{_m}$	0.00014	
Tensione per ritiro impedito	str	1.46341	MPa
Modulo terreno fondazione	Et1	10	MPa
Modulo terreno ricoprimento	Et2	10	MPa
Modulo terreno rinterro laterale	Et3	10	MPa
Modulo terreno medio	Et	10	MPa
Lunghezza concio scatolare	L	40000	mm
Altezza elemento equivalente	H	300	mm
Perimetro ext. Scatolare	p	14400	mm
Coeff. di distribuzione delle tensioni	kc	1	
Coeff. effetti tensioni autoequilibrate	K	0.8	
Grado di impedimento	Kr	0.98877	
Moltiplicatore Kr	m	0.11017	
Tensione di lavoro assunta	$ss_{_L}$	220	MPa
Armatura longitudinale inserita / m	1+1Ø 12 / 20		
Verifica	OK		
coefficiente di sicurezza C.S.	6.497899202		

La scelta del diametro della armatura longitudinale tiene conto anche del contenuto minimo richiesto in questa direzione.