

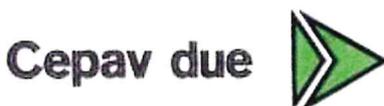
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

SLZ1 – SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702

**RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI IC VERONA MERCI
E LINEA STORICA**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due <i>Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)</i> Data: _____	Valido per costruzione Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	S L Z 1 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	GUILARTE	30/11/18	AIELLO	30/11/18	30/11/18	
B							
C							

CIG. 751447334A

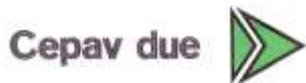
File: INOR11EE2CLSLZ100001A_01.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

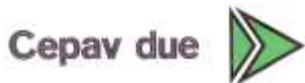
Rev.
A

Foglio
2 di 193

INDICE

1.	INTRODUZIONE	9
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
3.	CRITERI DI CALCOLO	11
3.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA	11
3.2	COMBINAZIONE DI CARICO	12
3.2.1	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU</i>	12
3.2.2	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE</i>	13
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	14
4.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE.....	14
4.2	CALCESTRUZZO	14
4.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	15
4.4	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	15
4.5	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	15
5.	PARAMETRI SISMICI.....	16
6.	PARAMETRI GEOTECNICI	17
7.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	18
7.1	SCATOLARE SOTTO LINEA IC	18
7.2	SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA.....	19
8.	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	20
8.1	CODICE DI CALCOLO	20
8.2	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	20
8.3	MODELLAZIONE SCATOLARE SOTTO LINEA IC	21
8.4	MODELLAZIONE SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA	22
9.	ANALISI DEI CARICHI - SCATOLARE SOTTO LINEA IC.....	23
9.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (LOAD1)	23
9.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (LOAD2 E LOAD3).....	23
9.3	SPINTA DEL TERRENO (LOAD4 E LOAD5).....	23

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
3 di 193

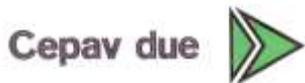
9.4	AZIONI TERMICHE (LOAD 6 ÷ 9).....	24
9.5	RITIRO	24
9.6	CARICHI MOBILI VERTICALI SULLA SOLETTA SUPERIORE (LOAD 10 ÷ 11).....	25
9.7	SPINTA DEL SOVRACCARICO SUL RILEVATO (LOAD 12 ÷ 15).....	28
9.8	FRENATURA E AVVIAMENTO (LOAD 16 E LOAD 17).....	28
9.9	SERPEGGIO (LOAD 18).....	29
9.10	FORZA CENTRIFUGA (LOAD 19 - 20)	29
9.11	SOVRACCARICHI SULLA SOLETTA DI FONDAZIONE (LOAD 21 ÷ 23).....	29
9.12	AZIONE SISMICA (LOAD 24÷34).....	30
9.12.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)</i>	30
9.13	RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI.....	32
10.	ANALISI DEI CARICHI – SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA	34
10.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (LOAD1)	34
10.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (LOAD2 E LOAD3).....	34
10.3	SPINTA DEL TERRENO (LOAD4 E LOAD5).....	34
10.4	AZIONI TERMICHE (LOAD 6 ÷ 9).....	35
10.5	RITIRO	35
10.6	CARICHI MOBILI VERTICALI SULLA SOLETTA SUPERIORE (LOAD 10 ÷ 11).....	36
10.7	SPINTA DEL SOVRACCARICO SUL RILEVATO (LOAD 12 ÷ 15).....	39
10.8	FRENATURA E AVVIAMENTO (LOAD 16 E LOAD 17).....	40
10.9	SERPEGGIO (LOAD 18).....	40
10.10	FORZA CENTRIFUGA (LOAD 19 - 20)	40
10.11	SOVRACCARICHI SULLA SOLETTA DI FONDAZIONE (LOAD 21 ÷ 23).....	41
10.12	AZIONE SISMICA (LOAD 24÷34).....	41
10.12.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)</i>	41
10.13	RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI.....	44
11.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	46
11.1	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE	46

11.1.1	Combinazioni SLU di tipo STR.....	48
11.1.2	Combinazioni SLU di tipo GEO	52
11.1.3	Combinazioni SLV	55
11.1.4	Combinazioni SLE – Quasi Permanente –Caratteristica	57
11.2	DIAGRAMMI DI INVILUPPO – SCATOLARE SOTTO LINEA IC.....	62
11.2.1	Inviluppo momento flettente SLU/SLV – STR	62
11.2.2	Inviluppo taglio SLU/SLV – STR	63
11.2.3	Inviluppo momento flettente SLE – Quasi Permanente	64
11.2.4	Inviluppo momento flettente SLE – Caratteristico.....	65
11.3	DIAGRAMMI DI INVILUPPO – SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA	66
11.3.1	Inviluppo momento flettente SLU/SLV – STR	66
11.3.2	Inviluppo taglio SLU/SLV – STR	67
11.3.3	Inviluppo momento flettente SLE – Quasi Permanente	68
11.3.4	Inviluppo momento flettente SLE – Caratteristico.....	69
12.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	70
12.1	SCATOLARE SOTTO LINEA IC	72
12.1.1	Soletta inferiore – sezione 1.....	72
12.1.1.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	73
12.1.1.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	74
12.1.1.3	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	75
12.1.2	Soletta inferiore – sezione 1a.....	76
12.1.2.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	77
12.1.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	78
12.1.2.3	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	79
12.1.3	Soletta inferiore – sezione 1b.....	80
12.1.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	81
12.1.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	82
12.1.3.3	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	83
12.1.4	Soletta inferiore – sezione 2.....	84
12.1.4.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	85
12.1.4.2	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	86
12.1.5	Piedritto sterno – sezione 3	87

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL SLZ1 00 001	Rev. A	Foglio 5 di 193
12.1.5.1					88
12.1.5.2					89
12.1.5.3					90
12.1.6					91
12.1.6.1					92
12.1.6.2					93
12.1.6.3					94
12.1.7					95
12.1.7.1					96
12.1.7.2					97
12.1.7.3					98
12.1.8					99
12.1.8.1					100
12.1.8.2					101
12.1.8.3					102
12.1.9					103
12.1.9.1					104
12.1.9.2					105
12.1.10					106
12.1.10.1					107
12.1.10.2					108
12.1.10.3					109
12.1.11					110
12.1.11.1					111
12.1.11.2					112
12.1.11.3					113
12.1.12					114
12.1.12.1					115
12.1.12.2					116
12.1.12.3					117
12.1.13					118
12.1.13.1					119
12.1.13.2					120
12.1.13.3					121
12.1.14					122
12.1.14.1					123
12.1.14.2					124

12.1.15 Soletta superiore – sezione 7	125
12.1.15.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	126
12.1.15.2 Verifiche allo stato limite di esercizio	127
12.2 SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA.....	128
12.2.1 Soletta inferiore – sezione 1.....	128
12.2.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	129
12.2.1.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	130
12.2.1.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	131
12.2.2 Soletta inferiore – sezione 1a.....	132
12.2.2.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	133
12.2.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	134
12.2.2.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	135
12.2.3 Soletta inferiore – sezione 1b.....	136
12.2.3.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	137
12.2.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	138
12.2.3.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	139
12.2.4 Soletta inferiore – sezione 2.....	140
12.2.4.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	141
12.2.4.2 Verifiche allo stato limite di esercizio	142
12.2.5 Piedritto sterno – sezione 3	143
12.2.5.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	144
12.2.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	145
12.2.5.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	146
12.2.6 Piedritto esterno – sezione 3a.....	147
12.2.6.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	148
12.2.6.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	149
12.2.6.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	150
12.2.7 Piedritto esterno – sezione 3b.....	151
12.2.7.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	152
12.2.7.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	153
12.2.7.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	154
12.2.8 Piedritto esterno – sezione 3c.....	155
12.2.8.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	156
12.2.8.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	157
12.2.8.3 Verifiche allo stato limite di esercizio	158
12.2.9 Piedritto esterno – sezione 5.....	159

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

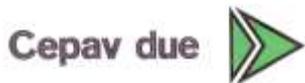


Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
7 di 193

12.2.9.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	160
12.2.9.2	Verifiche allo stato limite di esercizio	161
12.2.10	Piedritto interno – sezione 4	162
12.2.10.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	163
12.2.10.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	164
12.2.10.3	Verifiche allo stato limite di esercizio	165
12.2.11	Piedritto interno – sezione 4a	166
12.2.11.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	167
12.2.11.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	168
12.2.11.3	Verifiche allo stato limite di esercizio	169
12.2.12	Soletta superiore – sezione 6	170
12.2.12.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	171
12.2.12.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	172
12.2.12.3	Verifiche allo stato limite di esercizio	173
12.2.13	Soletta superiore – sezione 8	174
12.2.13.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	175
12.2.13.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	176
12.2.13.3	Verifiche allo stato limite di esercizio	177
12.2.14	Soletta superiore – sezione 9	178
12.2.14.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	179
12.2.14.2	Verifiche allo stato limite di esercizio	180
12.2.15	Soletta superiore – sezione 7	181
12.2.15.1	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	182
12.2.15.2	Verifiche allo stato limite di esercizio	183
12.3	CORDOLI LATERALI	184
12.3.1	Calcolo delle sollecitazioni	184
12.3.2	Verifica allo stato limite ultimo per flessione	186
12.3.3	Verifica allo stato limite ultimo per taglio	187
12.3.4	Verifiche allo stato limite di esercizio	188
12.4	VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO	189
12.5	COAZIONI INTERNE DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	189
12.6	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	190
13.	VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE	191
13.1	INFLESSIONE NEL PIANO VERTICALE DELL'IMPALCATO	191

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

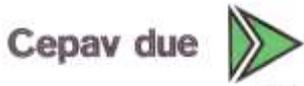
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
8 di 193

13.1.1	Scatolare sotto linea IC	191
13.1.2	Scatolare sotto linea storica	191
13.2	STATO LIMITE DI COMFORT DEI PASSEGGERI.....	192
13.2.1	Scatolare sotto linea IC	192
13.2.2	Scatolare sotto linea storica	192
14.	RIFERIMENTI	193
14.1	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	193
14.2	DOCUMENTI CORRELATI	193
14.3	DOCUMENTI SUPERATI.....	193

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
9 di 193

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al calcolo dei sottopassi scatolari facenti parte dell'opera denominata "SLZ1 – SOTTOVIA S.C. VIA RAMPÀ PK 149+888,702", prevista nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V./A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicata al km 149+888,702 della linea ferroviaria.

Per quanto riguarda i due sottopassi scatolari oggetto della presente relazione, uno sottopassa la linea ferroviaria storica, l'altro sottopassa la linea IC, entrambi sono a doppia canna e realizzati mediante getto in opera.

Lo scatolare sotto la linea storica presenta dimensioni interne pari a 13.10x6.30m, con setto interno di spessore 50cm che separa la viabilità dal percorso ciclabile, soletta superiore e piedritti di spessore 110cm, soletta inferiore di spessore 120cm e ricoprimento pari a circa 4.50m.

La sezione di calcolo presenta un angolo di inclinazione rispetto all'asse ferroviario pari a 7.72° circa.

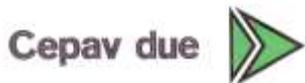
Lo scatolare sotto la linea IC è costituito da due conci, uno per il binario pari e uno per il binario dispari, ma si riporta solo il calcolo della sezione sotto binario pari, parallela all'asse ferroviario, che risulta più sollecitata poiché caratterizzata da luci maggiori e altezze di ricoprimento maggiori rispetto al concio sotto binario dispari; la sezione di calcolo ha dimensioni interne pari a 13.30x6.30m con setto interno di spessore 53cm che separa la viabilità dal percorso ciclabile, soletta superiore di spessore 110cm e piedritti di spessore 116cm, soletta inferiore di spessore 120cm, e ricoprimento pari a 2.90m.

L'analisi strutturale viene effettuata su un modello piano che descrive una striscia larga 1.00m, secondo i criteri di calcolo descritti nei paragrafi seguenti. L'analisi viene svolta con un programma agli elementi finiti schematizzando i vari setti con elementi "beam" mutuamente incastrati e facendo riferimento ad una larghezza unitaria di struttura che viene pertanto risolta come struttura piana.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo ferroviario, con applicazione della Normativa sui ponti ferroviari D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

L'opera, ubicata nel Comune di Sommacampagna (VR), ricade in zona sismica: verranno pertanto considerate anche le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/08.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
10 di 193

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 luglio 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili.

3. CRITERI DI CALCOLO

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

3.1 Criteri e definizione dell'azione sismica

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

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

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

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

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

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

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

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

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

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

- $a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

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

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

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

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

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

3.2 Combinazione di carico

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

3.2.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

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

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

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

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

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

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

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

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limiti ultimi SLU:

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

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

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

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

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

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

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

3.2.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

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

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

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

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

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

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali.

4.1 Calcestruzzo per magrone

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

4.2 Calcestruzzo

Per la realizzazione dei piedritti e della soletta di copertura dello scatolare, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C35/45 ($R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45.35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 34625 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 21.17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.346 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.564 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 20.54 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$

Per la realizzazione della soletta inferiore dello scatolare, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 13.69 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 9.96 \text{ N/mm}^2$

4.3 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450$ N/mm²
- Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540$ N/mm²
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0.80 * f_{yk} = 360.00$ N/mm²
- Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ N/mm²

4.4 Durabilità e prescrizioni sui materiali

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

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2016.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

<u>Fondazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC2
<u>Elevazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD3 + XF2

4.5 Copriferro minimo e copriferro nominale

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

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$. Considerate le condizioni ambientali dell'opera e le classi di resistenza del calcestruzzo, si adotta un copriferro nominale pari a $c_{nom} = 40$ mm per la fondazione e pari a $c_{nom} = 60$ mm e per l'elevazione dello scatolare.

5. PARAMETRI SISMICI

L'opera ricade nel comune di Sommacampagna in provincia di Verona.

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

$$a_g = 0.237g$$

$$a_{gv} = 0.155 g;$$

$$F_0 = 2.432;$$

$$T^*_c = 0.283 s;$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste l'opera, si assume che ricada in categoria sismica "B" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.170$$

$$S_T = 1.0$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 1.170 \times 1.00 \times 0.237 g = 0.277 g.$$

6. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da reinterri, sono:

Materiali da reinterro a tergo dello scatolare:

- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

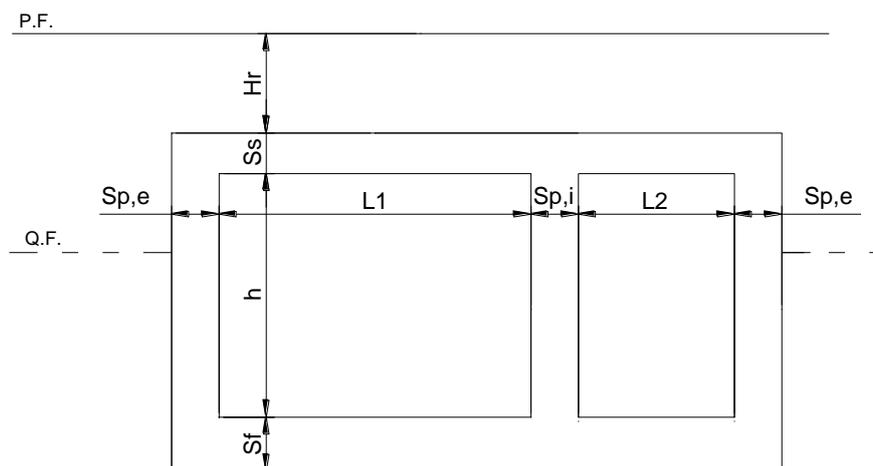
Il coefficiente di spinta a riposo corrispondente è pari a $k_0 = 0.426$.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del terreno in situ, si rimanda allo specifico documento Rif. [1].

7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

7.1 Scatolare sotto linea IC

Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura:



Dimensioni geometriche (sezione obliqua):

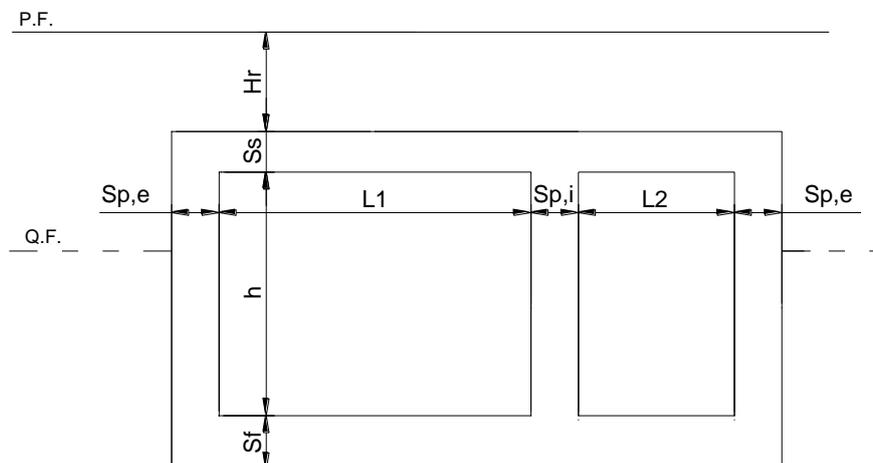
- $L1 = 9.90$ m
- $L2 = 3.30$ m
- $h = 6.30$ m
- $S_s = 1.10$ m
- $S_f = 1.20$ m
- $S_{p,e} = 1.16$ m
- $S_{p,i} = 0.53$ m
- $H_r = 2.90$ m

Data la conformazione geometrica della struttura, essa sarà armata disponendo le barre di forza delle solette parallelamente all'asse ferroviario, per tale motivo anche l'analisi per il calcolo delle sollecitazioni strutturali sarà condotta in tale direzione.

La falda è posizionata al di sotto della quota del piano di fondazione dello scatolare e non influenza pertanto il dimensionamento dell'opera.

7.2 Scatolare sotto linea storica

Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura:



Dimensioni geometriche (sezione in retto):

- $L1 = 9.60 \text{ m}$
- $L2 = 3.00 \text{ m}$
- $h = 6.30 \text{ m}$
- $S_s = 1.10 \text{ m}$
- $S_f = 1.20 \text{ m}$
- $S_{p,e} = 1.10 \text{ m}$
- $S_{p,i} = 0.50 \text{ m}$
- $H_r = 4.50 \text{ m}$

L'angolo d'inclinazione tra la sezione in retto dello scatolare e l'asse ferroviario è pari a 7.72° circa.

Data la conformazione geometrica della struttura, essa sarà armata disponendo le barre di forza delle solette ortogonalmente all'asse del sottovia, per tale motivo anche l'analisi per il calcolo delle sollecitazioni strutturali sarà condotta in tale direzione.

La falda risulta posizionata al di sotto del piano di fondazione dello scatolare e pertanto non influenza il dimensionamento dell'opera.

8. MODELLAZIONE STRUTTURALE

8.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti (SAP2000) schematizzando i vari setti con elementi "beam" mutuamente incastrati e facendo riferimento ad una larghezza unitaria di struttura che viene pertanto risolta come struttura piana.

8.2 Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti, assumendo uno schema statico di telaio chiuso.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- K_s = costante di sottofondo [F/L³]
- b_t = interasse trasversale di competenza della generica molla
- b_l = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1.00 m)
- $W_s = K_s / (b_t \times b_l)$ = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è pari a:

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

Per le caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_s$ cm per la soletta superiore
- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_f$ cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_p$ cm per i piedritti.

Per quanto riguarda la rigidezza delle aste del reticolo si è assunto:

- $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$ (Per cls Rck 45);
- $E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$ (Per cls Rck 30);

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle seguenti figure.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

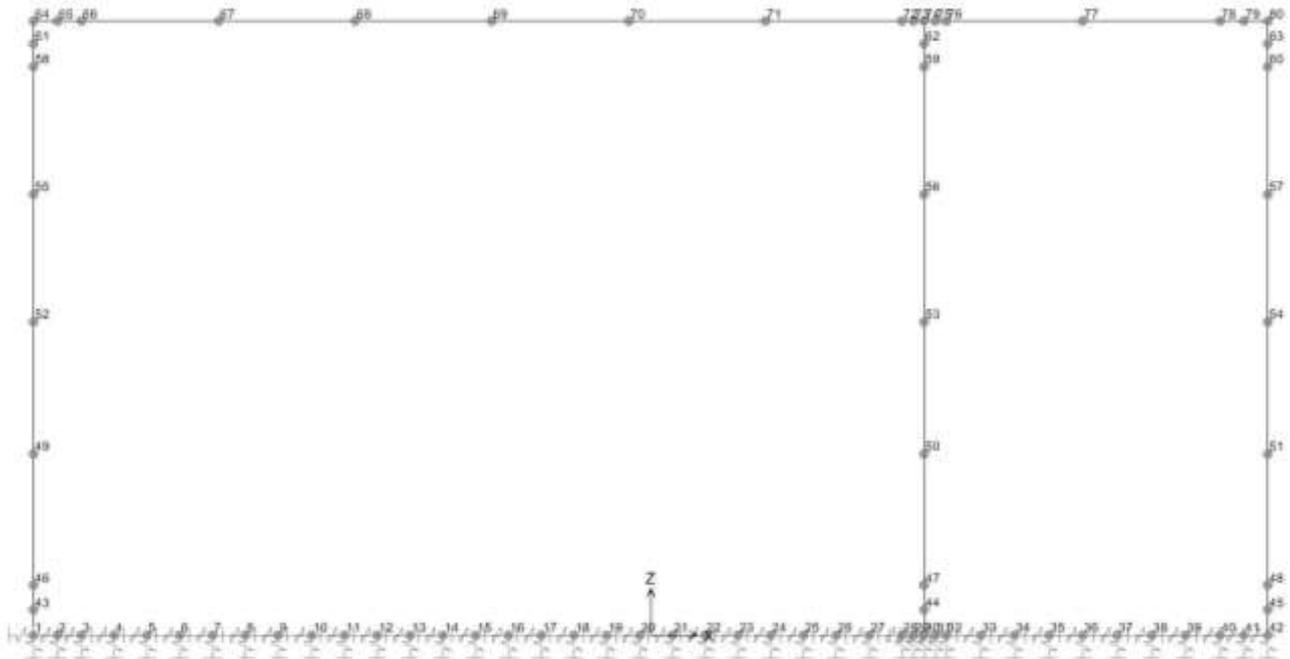
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

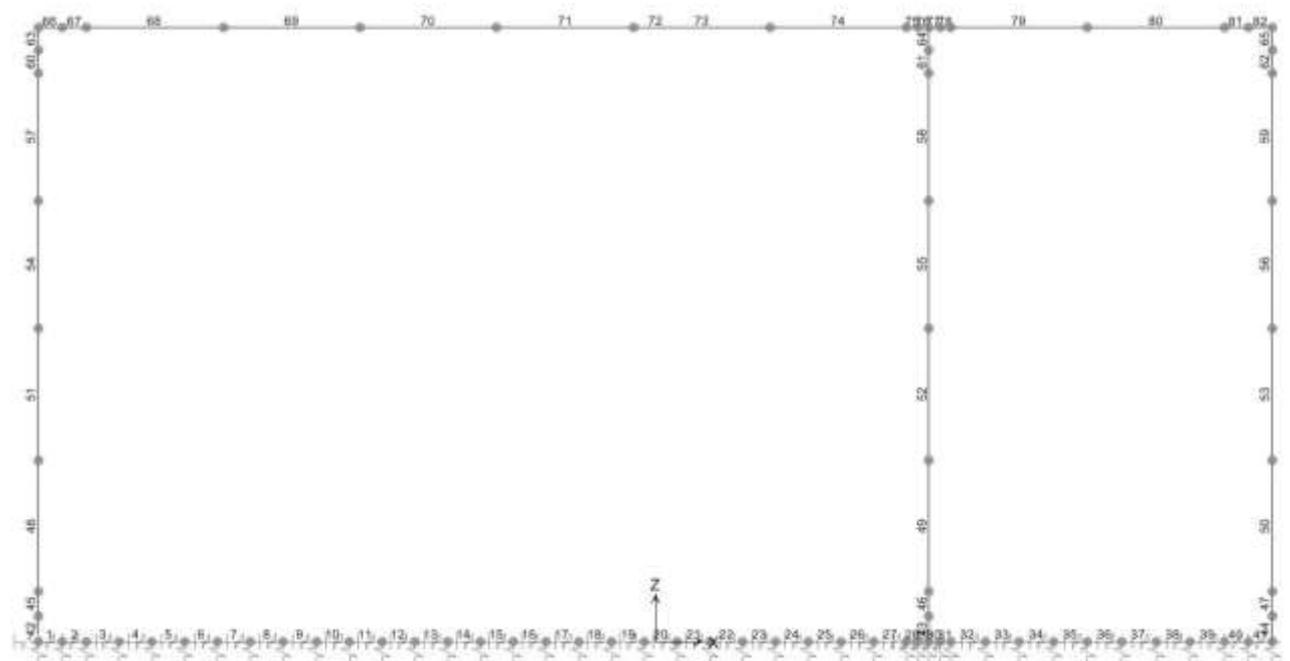
Foglio
21 di 193

8.3 Modellazione scatolare sotto linea IC

Numerazione dei nodi:



Numerazione delle aste:



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

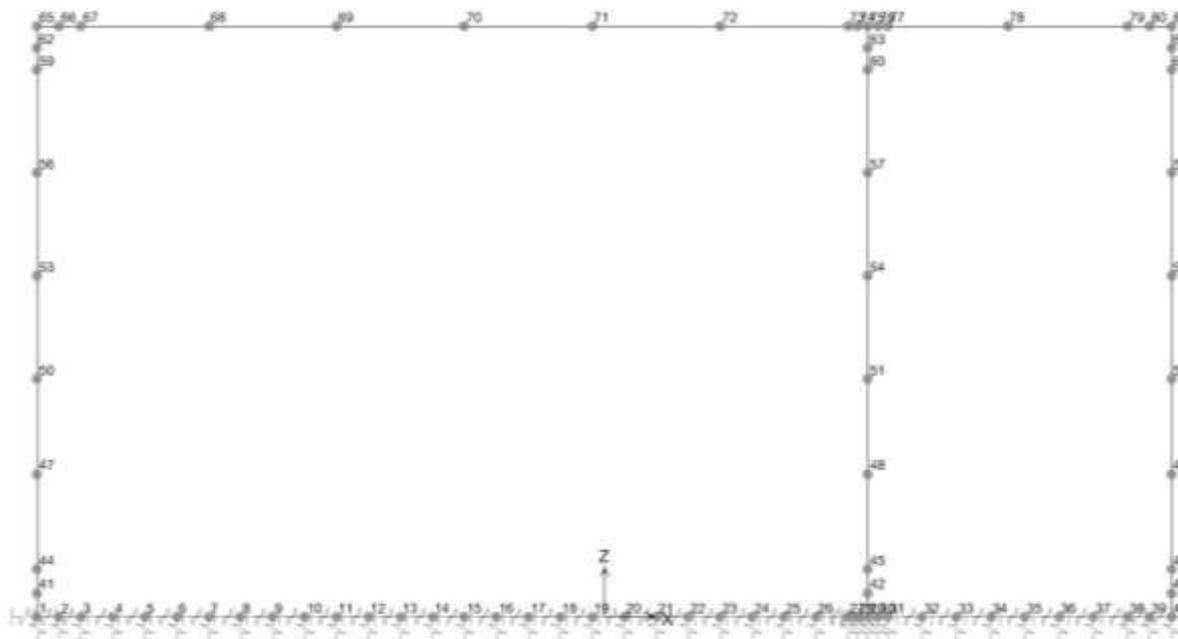
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

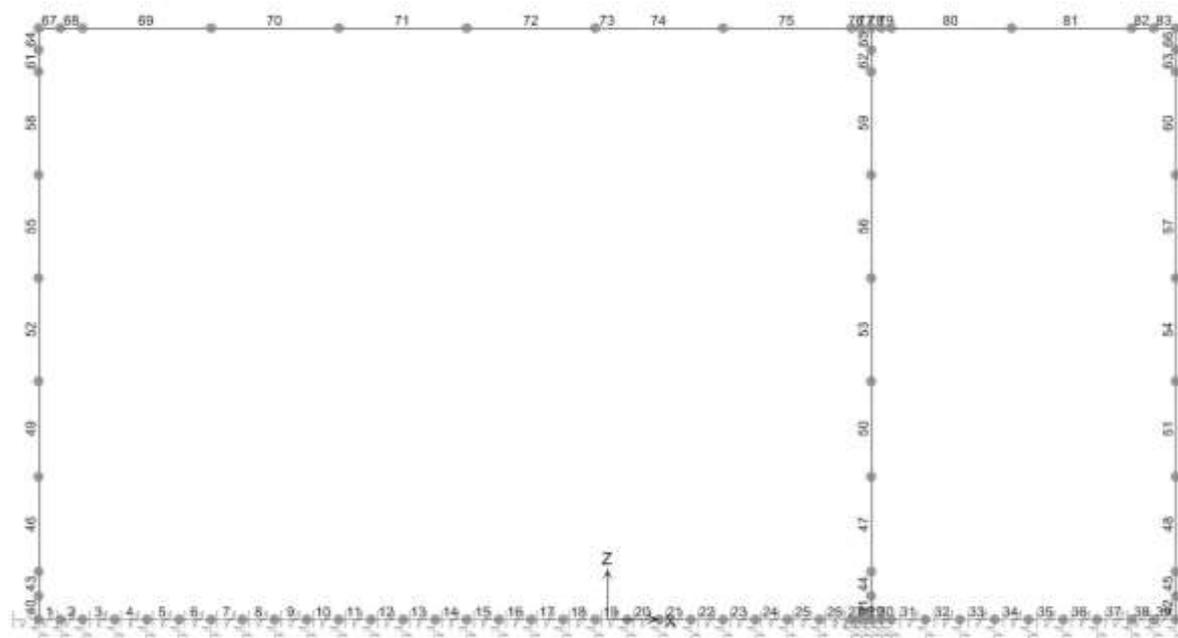
Foglio
22 di 193

8.4 Modellazione scatolare sotto linea storica

Numerazione dei nodi:



Numerazione delle aste:



9. ANALISI DEI CARICHI - SCATOLARE SOTTO LINEA IC

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato e riempimento ciclabile: $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$
- sovrastruttura ferroviaria: $\gamma_{ric} = 24 \text{ kN/m}^3$
- massicciata + armamento: $\gamma_{ballast} = 18 \text{ kN/m}^3$

9.1 Peso proprio strutture (Load1)

- soletta superiore $S_s \times \gamma_{c.a.} = 1.10 \times 25.00 = 27.50 \text{ kN/m}^2$
- piedritti esterni $S_{pe} \times \gamma_{c.a.} = 1.16 \times 25.00 = 29.00 \text{ kN/m}^2$
- piedritto interno $S_{pi} \times \gamma_{c.a.} = 0.53 \times 25.00 = 13.25 \text{ kN/m}^2$
- soletta inferiore $S_i \times \gamma_{c.a.} = 1.20 \times 25.00 = 30.00 \text{ kN/m}^2$

9.2 Carichi permanenti portati (Load2 e Load3)

Load2 (sovraccarico ad esclusione del ballast ed armamento):

- peso massetto $H_{ric} \times \gamma_{ric} = 0.10 \times 24.00 = 2.40 \text{ kN/m}^2$
- peso rilevato $H_{ril} \times \gamma_{ril} = 2.00 \times 20.00 = 40.00 \text{ kN/m}^2$

Load 3:

- peso ballast + armamento $H_{ballast} \times \gamma_{ballast} = 0.80 \times 18.00 = 14.40 \text{ kN/m}^2$

9.3 Spinta del terreno (Load4 e Load5)

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche.

Secondo quanto riportato in precedenza per il reinterro si assumono i seguenti parametri:

- $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\phi^{\circ}_k = 35.0^{\circ}$
- $\phi^{\circ}_{dM1} = 35.0^{\circ}$
- $\phi^{\circ}_{dM2} = \text{artg}(\text{tg}35^{\circ}/1.25) = 29.256^{\circ}$

	Valore caratteristico	Coeff. M1 - $\gamma_{m,\phi} = 1$	Coeff. M2 - $\gamma_{m,\phi} = 1.25$
Spinta a riposo	$k_{0,k} = 0.4264$	$k_{0,M1} = 0.4264$	$k_{0,M2} = 0.5113$
Spinta attiva	$k_{a,k} = 0.2710$	$k_{a,M1} = 0.2710$	$k_{a,M2} = 0.3434$

Si riporta di seguito il calcolo delle pressioni agenti sulla struttura, eseguito sia per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) che per la Combinazione 2 (A2+M2+R2), ed indicando con Load 4 le spinte a riposo sul piedritto sinistro e con Load 5 quelle sul piedritto destro.

Approccio 1 – Combinazione 1

- Pressione in asse soletta superiore:

$$\begin{aligned} P_1 (h_1 = 3.45\text{m}) &= k_{0,M1} \times (H_{\text{ballast}} \times \gamma_{\text{ballast}} + (h_1 - H_{\text{ballast}}) \times \gamma_t) = \\ &= 0.4264 \times (0.80 \times 18.0 + (3.45 - 0.80) \times 20) = \mathbf{28.74 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

- Pressione in asse soletta inferiore:

$$\begin{aligned} P_2 (h_2 = 10.90\text{m}) &= P_1 + k_{0,M1} \times (h_2 - h_1) \times \gamma_t = \\ &= 28.74 + 0.4264 \times (10.90 - 3.45) \times 20 = \mathbf{92.28 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Approccio 1 – Combinazione 2

- Pressione in asse soletta superiore:

$$\begin{aligned} P_1 (h_1 = 3.45\text{m}) &= k_{0,M2} \times (H_{\text{ballast}} \times \gamma_{\text{ballast}} + (h_1 - H_{\text{ballast}}) \times \gamma_t) = \\ &= 0.5113 \times (0.80 \times 18.0 + (3.45 - 0.80) \times 20) = \mathbf{34.46 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

- Pressione in asse soletta inferiore:

$$\begin{aligned} P_2 (h_2 = 10.90\text{m}) &= P_1 + k_{0,M2} \times (h_2 - h_1) \times \gamma_t = \\ &= 34.46 + 0.5113 \times (10.90 - 3.45) \times 20 = \mathbf{110.64 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

9.4 Azioni termiche (Load 6 ÷ 9)

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata una variazione termica uniforme di $\pm 15^\circ \text{C}$ sulla soletta superiore (Load 6 e Load 7), ed un salto termico di 5°C (analizzando i due casi di intradosso più caldo dell'estradosso e viceversa), con andamento lineare nello spessore della soletta superiore (Load 8 e Load 9).

In questo caso, considerata la notevole altezza di ricoprimento, la variazione termica uniforme viene trascurata.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

9.5 Ritiro

Gli effetti del ritiro vanno valutati a “lungo termine” attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EC 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D. M.14-01-2008.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria della sola soletta superiore, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari a $2 \times A/u = 2 \times H = 220 \text{ cm}$, ed un calcestruzzo C35/45 classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 110 \text{ cm}$$

Deformazione da ritiro:

U.R. = 75%

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 45 - 10) \times 10^{-6} = 0.068 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{cd}(t = \infty) = k_h \times \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.32 \text{ ‰} = 0.22 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C35/45 classe N, U.R. = 75\%)}$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = 0.288 \text{ ‰}$$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t = \infty) = 2.5$.

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha \times \Delta T \times E_c = -\varepsilon_r \times E_c / (1 + \phi)$$

$$\Delta T = -\varepsilon_r / [\alpha \times (1 + \phi)] = -0.288 \text{ ‰} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 2.5)] = -8.23 \cong -10 \text{ °C.}$$

L'azione termica viene combinata con le altre azioni solamente quando il suo contributo incrementa le sollecitazioni. Per semplicità di calcolo, essa si considera sommata all'azione termica uniforme negativa (**Load 7**), considerando quindi un'azione pari a:

$$\Delta T^{(-)} = -10 \text{ °C.}$$

9.6 Carichi mobili verticali sulla soletta superiore (Load 10 ÷ 11)

Detta L_d la larghezza di diffusione del carico trasversale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura, assumendo che detta diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast ed il terrapieno e 1/1 lungo le strutture in c.a., si ottiene, considerando 2.60 m la larghezza della traversina:

$$L_d = 2.60 + 2 \times (H_r - 0.40)/4 + 2 \times S_s/2 = 2.60 + 2 \times (2.90 - 0.40)/4 + 2 \times 1.10/2 = 4.95 \text{ m} > 4.50 \text{ m (interasse binario)}$$

Incremento dinamico per linee con ridotto standard manutentivo:

Poiché il sottovia ha altezza libera > 5.0m e luce libera > 8.0m, vale quanto segue:

L_ϕ = lunghezza caratteristica in metri, valutata come:

$$L_\phi = k \cdot L_m$$

$$n = 2 - 3 - 4 - \geq 5$$

$$k = 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5$$

$$L_m = 1/n (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$$

In questa situazione il coefficiente ϕ va ridotto di 0.9.

Nel caso di luce doppia si considera la situazione di trave continua su quattro luci. Si ha:

$$k = 1.4 \text{ e } n = 4$$

$$L_\phi = 1.4 \cdot (1/4 \cdot (7.45 + 14.89 + 7.45)) = 7.448 \text{ m}$$

$$\phi_3 = 0.9 * [2.16 / (\sqrt{L_\phi} - 0.2) + 0.73] = 1.2988$$

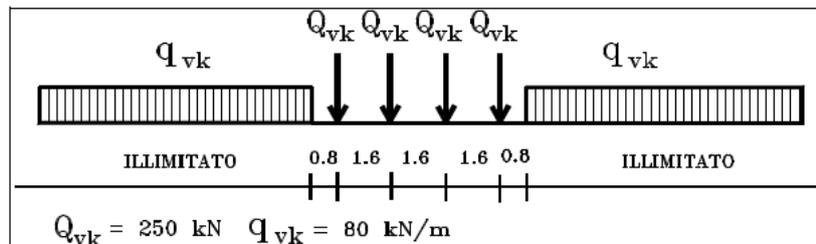
Tutti i valori dei carichi suddetti dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ α ”, variabile in ragione della tipologia dell’infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

Modello di carico	Coefficiente “ α ”
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

Coefficiente di adattamento “ α ” in funzione del modello di carico

Treno LM71 – (Load 10)

Il treno LM71 è schematizzato da quattro assi da 250 kN su una lunghezza di 6.4m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una lunghezza illimitata.



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

$$L_1 = 0.25 + 2 \times (2.90 - 0.40)/4 + 2 \times 1.10/2 = 2.60 \text{ m} > 1.60 \text{ m}$$

Poiché la larghezza è maggiore dell’interasse degli assi di 1.60m, le larghezze di diffusione dei singoli assi si sovrappongono. Si assume, a favore di sicurezza, una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati $L_1 = 6.40\text{m}$.

Il carico equivalente distribuito relativo ai quattro assi del modello di carico LM71 vale:

$$q_{\text{equi}} = 250 \times 4 / 6.4 = 156.25 \text{ kN/m}$$

- in corrispondenza dei quattro assi da 250kN

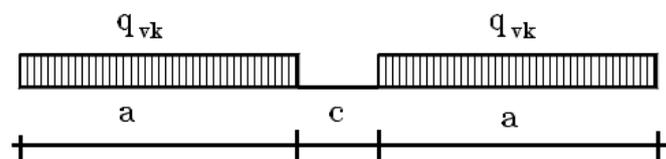
$$q_1 = \alpha \times q_{\text{equi}} / L_{d1} \times \phi_3 = 1.10 \times 156.25 / 4.50 \times 1.2988 = \mathbf{49.61 \text{ kN/m}^2}$$

- in corrispondenza del carico $q=80\text{kN/m}$

$$q_2 = \alpha \times q / L_{d1} \times \phi_3 = 1.10 \times 80 / 4.50 \times 1.2988 = \mathbf{25.40 \text{ kN/m}^2}$$

Treno SW/2 – (Load 11)

Viene schematizzato da un carico uniformemente ripartito



Treno di carico SW

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

L'articolazione del carico è mostrata nella figura sopra riportata e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2 (l'SW/0 va considerato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71).

Treno di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Caratteristiche Treni di Carico SW

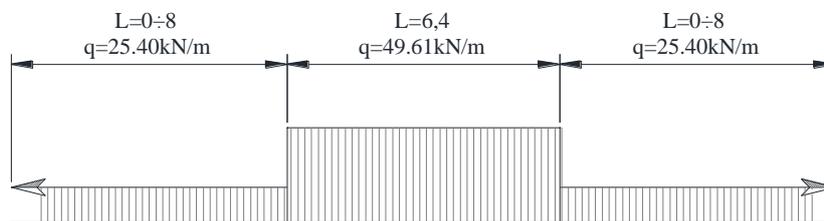
Per i manufatti scatolari in oggetto non si prende in considerazione il treno SW/0.

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

$$q = q_{vk} / L_{d1} \times \phi_3 = 150 / 4.50 \times 1.2988 = \mathbf{43.29 \text{ kN/m}^2}$$

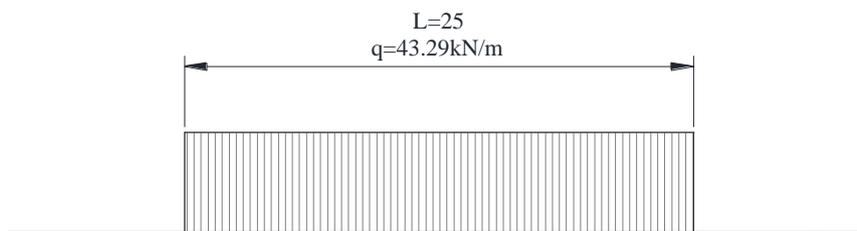
Il calcolo delle sollecitazioni dovute al sovraccarico accidentale viene eseguito attraverso la definizione di due "moving load" definiti per mezzo di una linea di carico e di due veicoli che scorrono su di essa, così conformati:

- LM71 (**Load 10**)



Il sovraccarico è stato definito in maniera tale per cui il mezzo pesante, se considerato, presenta sempre una lunghezza di 6.40m, mentre il sovraccarico accidentale uniformemente distribuito sulla struttura può avere lunghezza minima pari a 0.1m (\cong 0.0m).

- SW/2 (**Load 11**)



Il sovraccarico è stato definito in maniera tale per cui il carico presenta una lunghezza di 25.00m.

L'analisi case "Moving load" definisce autonomamente la posizione del mezzo pesante e la presenza o meno del sovraccarico accidentale sulla struttura basandosi sulla forma delle linee di influenza in maniera tale da massimizzare gli effetti sollecitanti in corrispondenza degli "Output station" di ciascun elemento.

9.7 Spinta del sovraccarico sul rilevato (Load 12 ÷ 15)

Approccio 1 – Combinazione 1

Per quanto riguarda il carico del treno LM71, in considerazione della larghezza dello scatolare e delle possibili disposizioni di carico assunte e precedentemente descritte, risulta che a tergo dei piedritti agisce il carico distribuito $q = 80 \text{ kN/m}$; si ottiene pertanto:

$$p_1 = \alpha \times q / L_{d1} \times k_{0,M1} = 1.10 \times 80 / 4.50 \times 0.4264 = \mathbf{8.34 \text{ kN/m}^2}$$

Per il treno SW/2 si ottiene:

$$p_2 = q_{vk} / L_{d1} \times k_{0,M1} = 150 / 4.50 \times 0.4264 = \mathbf{14.21 \text{ kN/m}^2}$$

Approccio 1 – Combinazione 2

Per quanto riguarda il carico del treno LM71, in considerazione della larghezza dello scatolare e delle possibili disposizioni di carico assunte e precedentemente descritte, risulta che a tergo dei piedritti agisce il carico distribuito $q = 80 \text{ kN/m}$; si ottiene pertanto:

$$p_1 = \alpha \times q / L_{d1} \times k_{0,M2} = 1.10 \times 80 / 4.50 \times 0.5113 = \mathbf{10.00 \text{ kN/m}^2}$$

Per il treno SW/2 si ottiene:

$$p_2 = q_{vk} / L_{d1} \times k_{0,M2} = 150 / 4.50 \times 0.5113 = \mathbf{17.04 \text{ kN/m}^2}$$

La spinta è applicata sul solo piedritto sinistro per massimizzare gli effetti di sbilanciamento della struttura.

Nel modello di calcolo si considera la spinta congruente al treno di carico verticale presente in corrispondenza del piedritto sinistro; si riassumono di seguito i load case applicati:

- Load 12 - Spinta treno LM71 su piedritto SX
- Load 13 - Spinta treno LM71 su piedritto DX
- Load 14 - Spinta treno SW/2 su piedritto SX
- Load 15 - Spinta treno SW/2 su piedritto DX

9.8 Frenatura e avviamento (Load 16 e Load 17)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario nella direzione longitudinale dello stesso.

I valori caratteristici da considerare sono i seguenti:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ kN} \quad \text{avviamento per modelli di carico LM71, SW/0 e SW/2}$$

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ kN} \quad \text{frenatura per modelli di carico LM71 e SW/0}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{frenatura per modello di carico SW/2}$$

Treno LM71 – avviamento (Load 16)

$$Q_{avv,LM71} = 33.0 / L_d = 33.0 / 4.50 = 7.33 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$Q_{avv,LM71} = 7.33 \times (16.05/14.89) = \mathbf{7.90 \text{ kN/m}^2}$$

Treno SW/2 – frenatura (Load 17)

$$Q_{\text{fren,SW/2}} = 35.0 / L_d = 35.0 / 4.50 = 7.78 \text{ kN/m}$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$Q_{\text{fren,SW/2}} = 7.78 \times (16.05/14.89) = \mathbf{8.38 \text{ kN/m}^2}$$

Nel modello di calcolo si considera l'azione congruente al treno di carico verticale considerato.

9.9 Serpeggio (Load 18)

Poiché la sezione di calcolo è parallela all'asse ferroviario, la forza longitudinale relativa al serpeggio risulta ortogonale al piano del telaio di calcolo: essa non dà perciò effetti nel modello e non viene quindi quantificata.

9.10 Forza centrifuga (Load 19 - 20)

L'asse ferroviario in corrispondenza del sottopasso non è in curva e quindi sulla struttura non agisce una forza centrifuga.

9.11 Sovraccarichi sulla soletta di fondazione (Load 21 ÷ 23)

A favore di sicurezza, si considerano solamente i pesi propri del ricoprimento presente al di sotto della viabilità, trascurando gli effetti dovuti ai carichi accidentali transitanti all'interno dello scatolare.

Lo spessore medio del ricoprimento al di sotto della viabilità è pari a 1.10m, pertanto presenta un peso di:

$$\sigma_{\text{pav}} = 1.10 \times 20 = 22 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Load 21})$$

Vengono considerate le spinte del terreno della pista ciclabile sul setto interno e sul piedritto destro e il congruente carico sulla soletta di fondazione (load 22):

Si considera, inoltre, sul percorso ciclo-pedonale la presenza di folla compatta schematizzabile come un sovraccarico uniformemente distribuito di intensità pari a 5 kN/m², così come indicato dalle N.T.C (Load 23).

La pista ciclabile ha un'altezza media di 3.20m e si considera riempita dello stesso materiale adottato per i reinterri dei muri.

La pressione verticale all'estradosso della soletta risulta quindi pari a:

$$\sigma_{t,v} = \gamma_t \times h = 20 \times 3.20 = 64.00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_v = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

La pressione orizzontale viene calcolata separatamente mediante i due approcci:

Approccio 1 – Combinazione 1

$$p_t = \sigma_{t,v} \times k_{0,M1} = 64.00 \times 0.50 = \mathbf{32.00 \text{ kN/m}^2}$$

$$p_q = q_v \times k_{0,M1} = 5.00 \times 0.50 = \mathbf{2.50 \text{ kN/m}^2}$$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_t = \sigma_{t,v} \times k_{0,M2} = 64.00 \times 0.5807 = \mathbf{37.16 \text{ kN/m}^2}$$

$$p_q = q_v \times k_{0,M2} = 5.00 \times 0.5807 = \mathbf{2.90 \text{ kN/m}^2}$$

9.12 Azione sismica (Load 24÷34)

9.12.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \times a_{gh}$$

$$F_v = P \times a_{gv}$$

P = peso proprio;

a_g = accelerazioni sismiche al suolo;

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “Analisi semplificata per le strutture di contenimento”, punto 9 – “Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide”, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo viene valutato come:

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

La risultante di tale incremento di spinta viene considerata uniformemente distribuita su tutta l'altezza della sezione verticale rigida di riferimento h_{tot} .

$$\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.277 \times 20.0 \times 11.50 = 63.71 \text{ kN/m}$$

Per tenere in conto della metà dello spessore della soletta superiore che non è modellata che subisce la forza sismica, il carico applicato alla struttura risulta pari a:

$$\Delta p_{d,incr} = \Delta p_d \times (H_{interna} + S_s + S_i/2) / (H_{interna} + S_s/2 + S_i/2) = 63.71 \times 8.00 / 7.45 = \mathbf{68.41 \text{ kN/m}^2}$$

L'incremento di spinta sismica viene applicato alternativamente sul piedritto sinistro (**Load 24**) e sul piedritto destro (**Load 25**)

Alla sovrappinta sismica sul piedritto destro, viene sommata inoltre la spinta inerziale del terreno della pista ciclopedonale, pari a:

$$\Delta p_d = a_g / g \times \gamma_t \times L = 0.277 \times 20 \times 3.30 = 18.28 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche orizzontali dovute all'inerzia degli elementi strutturali si considera sulla soletta superiore anche l'inerzia dovuta alla presenza del rilevato (Load 26):

$$\text{Piedritti esterni: } \Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_{p,ext} \times a_{gh} = 25 \times 1.16 \times 0.277 = \mathbf{8.03 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Piedritto interno: } \Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_{p,int} \times a_{gh} = 25 \times 0.53 \times 0.277 = \mathbf{3.67 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Soletta: } \Delta p_{s,h} = (\gamma_{c.a.} \times S_s + G_{sovracc}) \times a_{gh} = (25 \times 1.10 + 56.80) \times 0.277 = \mathbf{23.35 \text{ kN/m}^2}$$

Sulla soletta superiore sono presenti alternativamente i treno di carico LM71 e SW/2 dei quali si considera l'inerzia della massa ad essi associata (Load 27 e Load 28).

L'effetto inerziale del treno di carico LM71 (Load 27) viene calcolato considerando il carico q_1 precedentemente determinato applicato su tutta la soletta superiore; considerando che le N.T.C. assegnano alle masse derivanti dal carico mobile un coefficiente di combinazione $\psi_2 = 0.20$, risulta:

$$\Delta p_{LM71,h} = 35.05 \times 0.20 \times 0.277 = 1.94 \text{ kN/m}^2.$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$\Delta p_{LM71,h} = 1.94 \times (16.05/14.89) = \mathbf{2.09 \text{ kN/m}^2}.$$

Analogamente, l'effetto inerziale del treno di carico SW/2 (Load 28) vale:

$$\Delta p_{SW/2,h} = 43.29 \times 0.20 \times 0.277 = 2.40 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$\Delta p_{SW/2,h} = 2.40 \times (16.05/14.89) = \mathbf{2.59 \text{ kN/m}^2}.$$

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche verticali dovute all'inerzia degli elementi strutturali si considera sulla soletta superiore anche l'inerzia dovuta alla presenza del rilevato. Le azioni verticali si considerano alternativamente agenti verso l'alto o verso il basso (Load 29, Load 30):

$$\text{Piedritti esterni: } \Delta p_{p,v} = \pm \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gv} = \pm 25 \times 1.16 \times 0.155 = \pm \mathbf{4.50 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Piedritti interni: } \Delta p_{p,v} = \pm \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gv} = \pm 25 \times 0.53 \times 0.155 = \pm \mathbf{2.05 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Soletta sup.: } \Delta p_{ss,v} = \pm (\gamma_{c.a.} \times S_p + G_{sovracc}) \times a_{gv} = \pm (25 \times 1.10 + 56.80) \times 0.155 = \pm \mathbf{13.07 \text{ kN/m}^2}$$

Sulla soletta superiore sono presenti alternativamente i treno di carico LM71 e SW/2 dei quali si considera l'inerzia della massa ad essi associata (Load 31÷34), le azioni verticali si considerano alternativamente agenti verso l'alto o verso il basso.

L'effetto inerziale del treno di carico LM71 si considera uniformemente distribuito sulla soletta superiore (Load 31 e Load 32):

$$\Delta p_{LM71,v} = \pm 35.05 \times 0.20 \times 0.155 = \pm \mathbf{1.09 \text{ kN/m}^2}.$$

L'effetto inerziale del treno di carico SW/2 si considera uniformemente distribuito sulla soletta superiore (Load 33 e Load 34):

$$\Delta p_{SW/2,v} = \pm 43.29 \times 0.20 \times 0.155 = \pm \mathbf{1.34 \text{ kN/m}^2}.$$

9.13 Riepilogo carichi sollecitanti

Nella seguente tabella vengono riepilogati i valori delle sollecitazioni per i singoli casi di carico, determinati come sopra riportato.

LOAD	NOME		VALORE	U.M.
Load 1	Soletta superiore		27.50	kN/m ²
	Piedritti esterni		29.00	kN/m ²
	Piedritti interni		13.25	kN/m ²
	Soletta inferiore		30.00	kN/m ²
	Riempimento		22.00	kN/m ²
Load 2	Sovraccarico permanente		42.40	kN/m ²
Load 3	Ballast		14.40	kN/m ²
Load 4, Load 5	A1 - C1	P1	28.74	kN/m ²
		P2	92.28	kN/m ²
	A1 - C2	P1	34.46	kN/m ²
		P2	110.64	kN/m ²
Load 6	T		-	°C
Load 7	T + Ritiro		-10	°C
Load 8	Grad T		4.55	°C/m
Load 9	Grad T		-4.55	°C/m
Load 10 - Load 11	q _{LM71} - Q _{vk}		49.61	kN/m ²
	q _{LM71} - q _{vk}		25.40	kN/m ²
	q _{SW/2}		43.29	kN/m ²
Load 12 - Load 13	p _{LM71}	A1 - C1	8.34	kN/m ²
		A1 - C2	14.21	kN/m ²
Load 14 - Load 15	p _{SW2}	A1 - C1	10.00	kN/m ²
		A1 - C2	17.04	kN/m ²
Load 16	Q _{avv,LM71}		7.90	kN/m ²
Load 17	Q _{fren,SW/2}		8.38	kN/m ²
Load 18	Q _{serp}		-	kN/m ²
Load 19	Q _{centr,LM71}		-	kN/m ²
Load 20	Q _{centr,SW/2}		-	kN/m ²
Load 21	P _{t,v,viab}		22.0	kN/m ²
Load 22	A1 - C1	P _{t,h,cicl}	32.00	kN/m ²
		P _{t,v,cicl}	64.00	kN/m ²
	A2 - C2	P _{t,h,cicl}	37.16	kN/m ²
		P _{t,v,cicl}	70.00	kN/m ²

LOAD	NOME	VALORE	U.M.	
<i>Load 23</i>	A1 - C1	Q _{ciel,h}	2.50	kN/m ²
		Q _{ciel,v}	5.00	kN/m ²
	A2 - C2	Q _{ciel,h}	2.80	kN/m ²
		Q _{ciel,v}	5.00	kN/m ²
<i>Load 24 - Load 25</i>	$\Delta P_{d,inc}$	68.41	kN/m ²	
	Δp_{ciel}	18.28	kN/m ²	
<i>Load 26</i>	$\Delta p_{p,ext,h}$	8.03	kN/m ²	
	$\Delta p_{p,int,h}$	3.67	kN/m ²	
	$\Delta p_{s,h}$	23.35	kN/m ²	
<i>Load 27</i>	$\Delta p_{LM71,h}$	2.09	kN/m ²	
<i>Load 28</i>	$\Delta p_{sw/2,h}$	2.59	kN/m ²	
<i>Load 29</i>	$\Delta p_{p,ext,v+}$	4.50	kN/m ²	
	$\Delta p_{p,int,v+}$	2.05	kN/m ²	
	$\Delta p_{ss,v+}$	13.07	kN/m ²	
<i>Load 30</i>	$\Delta p_{p,ext,v+}$	-4.50	kN/m ²	
	$\Delta p_{p,int,v+}$	-2.05	kN/m ²	
	$\Delta p_{ss,v+}$	-13.07	kN/m ²	
<i>Load 31</i>	$\Delta p_{LM71,v+}$	1.09	kN/m ²	
<i>Load 32</i>	$\Delta p_{LM71,v-}$	-1.09	kN/m ²	
<i>Load 33</i>	$\Delta p_{sw/2,v+}$	1.34	kN/m ²	
<i>Load 34</i>	$\Delta p_{sw/2,v-}$	-1.34	kN/m ²	

10. ANALISI DEI CARICHI – SCATOLARE SOTTO LINEA STORICA

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato e riempimento ciclabile: $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$
- sovrastruttura ferroviaria: $\gamma_{ric} = 24 \text{ kN/m}^3$
- massicciata + armamento: $\gamma_{ballast} = 18 \text{ kN/m}^3$

10.1 Peso proprio strutture (Load1)

- soletta superiore $S_s \times \gamma_{c.a.} = 1.10 \times 25.00 = 27.50 \text{ kN/m}^2$
- piedritti esterni $S_{pe} \times \gamma_{c.a.} = 1.10 \times 25.00 = 27.50 \text{ kN/m}^2$
- piedritto interno $S_{pi} \times \gamma_{c.a.} = 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
- soletta inferiore $S_i \times \gamma_{c.a.} = 1.20 \times 25.00 = 30.00 \text{ kN/m}^2$

10.2 Carichi permanenti portati (Load2 e Load3)

Load2 (sovraccarico ad esclusione del ballast ed armamento):

- peso massetto $H_{ric} \times \gamma_{ric} = 0.10 \times 24.00 = 2.40 \text{ kN/m}^2$
- peso rilevato $H_{ril} \times \gamma_{ril} = 3.60 \times 20.00 = 72.00 \text{ kN/m}^2$

Load 3:

- peso ballast + armamento $H_{ballast} \times \gamma_{ballast} = 0.80 \times 18.00 = 14.40 \text{ kN/m}^2$

10.3 Spinta del terreno (Load4 e Load5)

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche.

Secondo quanto riportato in precedenza per il reinterro si assumono i seguenti parametri:

- $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\phi^{\circ}_k = 35.0^{\circ}$
- $\phi^{\circ}_{dM1} = 35.0^{\circ}$
- $\phi^{\circ}_{dM2} = \text{artg}(\text{tg}35^{\circ}/1.25) = 29.256^{\circ}$

	Valore caratteristico	Coeff. M1 - $\gamma_{m,\phi} = 1$	Coeff. M2 - $\gamma_{m,\phi} = 1.25$
Spinta a riposo	$k_{0,k} = 0.4264$	$k_{0,M1} = 0.4264$	$k_{0,M2} = 0.5113$
Spinta attiva	$k_{a,k} = 0.2710$	$k_{a,M1} = 0.2710$	$k_{a,M2} = 0.3434$

Si riporta di seguito il calcolo delle pressioni agenti sulla struttura, eseguito sia per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) che per la Combinazione 2 (A2+M2+R2), ed indicando con Load 4 le spinte a riposo sul piedritto sinistro e con Load 5 quelle sul piedritto destro.

Approccio 1 – Combinazione 1

- Pressione in asse soletta superiore:

$$\begin{aligned} P_1 (h_1 = 5.05\text{m}) &= k_{0,M1} \times (H_{\text{ballast}} \times \gamma_{\text{ballast}} + (h_1 - H_{\text{ballast}}) \times \gamma_t) = \\ &= 0.4264 \times (0.80 \times 18.0 + (5.05 - 0.80) \times 20) = \mathbf{42.39 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

- Pressione in asse falda:

$$\begin{aligned} P_2 (h_2 = 12.50\text{m}) &= P_1 + k_{0,M1} \times (h_2 - h_1) \times \gamma_t = \\ &= 42.39 + 0.4264 \times (12.50 - 5.05) \times 20 = \mathbf{105.92 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Approccio 1 – Combinazione 2

- Pressione in asse soletta superiore:

$$\begin{aligned} P_1 (h_1 = 5.05\text{m}) &= k_{0,M2} \times (H_{\text{ballast}} \times \gamma_{\text{ballast}} + (h_1 - H_{\text{ballast}}) \times \gamma_t) = \\ &= 0.5113 \times (0.80 \times 18.0 + (5.05 - 0.80) \times 20) = \mathbf{50.83 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

- Pressione in asse falda:

$$\begin{aligned} P_2 (h_2 = 12.50\text{m}) &= P_1 + k_{0,M2} \times (h_2 - h_1) \times \gamma_t = \\ &= 50.83 + 0.5113 \times (12.50 - 5.05) \times 20 = \mathbf{127.01 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

10.4 Azioni termiche (Load 6 ÷ 9)

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata una variazione termica uniforme di $\pm 15^\circ \text{C}$ sulla soletta superiore (Load 6 e Load 7), ed un salto termico di 5°C (analizzando i due casi di intradosso più caldo dell'estradosso e viceversa), con andamento lineare nello spessore della soletta superiore (Load 8 e Load 9).

In questo caso, considerata la notevole altezza di ricoprimento, la variazione termica uniforme viene trascurata.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

10.5 Ritiro

Gli effetti del ritiro vanno valutati a “lungo termine” attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EC 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D. M.14-01-2008.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria della sola soletta superiore, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari a $2 \times A/u = 2 \times H = 220 \text{ cm}$, ed un calcestruzzo C35/45 classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 110 \text{ cm}$$

Deformazione da ritiro:

U.R. = 75%

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 45 - 10) \times 10^{-6} = 0.068 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{cd}(t = \infty) = k_h \times \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.32 \text{ ‰} = 0.22 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C35/45 classe N, U.R.}=75\%)$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = 0.288 \text{ ‰}$$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t = \infty) = 2.5$.

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha \times \Delta T \times E_c = -\varepsilon_r \times E_c / (1 + \phi)$$

$$\Delta T = -\varepsilon_r / [\alpha \times (1 + \phi)] = -0.288 \text{ ‰} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 2.5)] = -8.23 \cong -10 \text{ °C.}$$

L'azione termica viene combinata con le altre azioni solamente quando il suo contributo incrementa le sollecitazioni. Per semplicità di calcolo, essa si considera sommata all'azione termica uniforme negativa (**Load 7**), considerando quindi un'azione pari a:

$$\Delta T^{(-)} = -10 \text{ °C.}$$

10.6 Carichi mobili verticali sulla soletta superiore (Load 10 ÷ 11)

Detta L_d la larghezza di diffusione del carico trasversale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura, assumendo che detta diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast ed il terrapieno e 1/1 lungo le strutture in c.a., si ottiene, considerando 2.40 m la larghezza della traversina:

$$L_d = 2.40 + 2 \times (H_r - 0.40)/4 + 2 \times S_s/2 = 2.40 + 2 \times (4.50 - 0.40)/4 + 2 \times 1.10/2 = 5.55 \text{ m} > 3.55 \text{ m (interasse binario)}$$

Incremento dinamico per linee con ridotto standard manutentivo:

Poiché il sottovia ha altezza libera > 5.0m e luce libera > 8.0m, vale quanto segue:

L_ϕ = lunghezza caratteristica in metri, valutata come:

$$L_\phi = k \cdot L_m$$

$$n = 2 - 3 - 4 - \geq 5$$

$$k = 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5$$

$$L_m = 1/n (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$$

In questa situazione il coefficiente ϕ va ridotto di 0.9.

Nel caso di luce doppia si considera la situazione di trave continua su quattro luci. Si ha:

$$k = 1.4 \text{ e } n = 4$$

$$L_\phi = 1.4 \cdot (1/4 \cdot (7.45 + 14.20 + 7.45)) = 10.185 \text{ m}$$

$$\phi_3 = 0.9 * [2.16 / (\sqrt{L_\phi} - 0.2) + 0.73] = 1.307$$

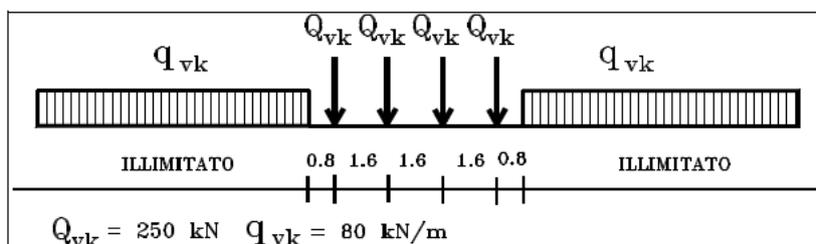
Tutti i valori dei carichi suddetti dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ α ”, variabile in ragione della tipologia dell’infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

Modello di carico	Coefficiente “ α ”
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

Coefficiente di adattamento “ α ” in funzione del modello di carico

Treno LM71 – (Load 10)

Il treno LM71 è schematizzato da quattro assi da 250 kN su una lunghezza di 6.4m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una lunghezza illimitata.



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

$$L_1 = 0.25 + 2 \times (4.50 - 0.40)/4 + 2 \times 1.10/2 = 3.40 \text{ m} > 1.60 \text{ m}$$

Poiché la larghezza è maggiore dell’interasse degli assi di 1.60m, le larghezze di diffusione dei singoli assi si sovrappongono. Si assume, a favore di sicurezza, una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati $L_1 = 6.40\text{m}$.

Il carico equivalente distribuito relativo ai quattro assi del modello di carico LM71 vale:

$$q_{\text{equi}} = 250 \times 4 / 6.4 = 156.25 \text{ kN/m}$$

- in corrispondenza dei quattro assi da 250kN

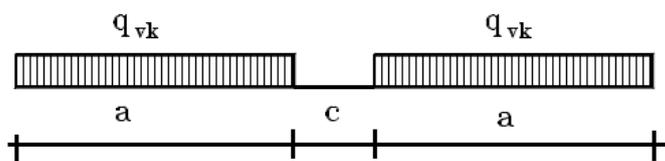
$$q_1 = \alpha \times q_{\text{equi}} / L_{d1} \times \phi_3 = 1.10 \times 156.25 / 3.55 \times 1.307 = \mathbf{63.27 \text{ kN/m}^2}$$

- in corrispondenza del carico $q=80\text{kN/m}$

$$q_2 = \alpha \times q / L_{d1} \times \phi_3 = 1.10 \times 80 / 3.55 \times 1.307 = \mathbf{32.40 \text{ kN/m}^2}$$

Treno SW/2 – (Load 11)

Viene schematizzato da un carico uniformemente ripartito



Treno di carico SW

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

L'articolazione del carico è mostrata nella figura sopra riportata e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2 (l'SW/0 va considerato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71).

Treno di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

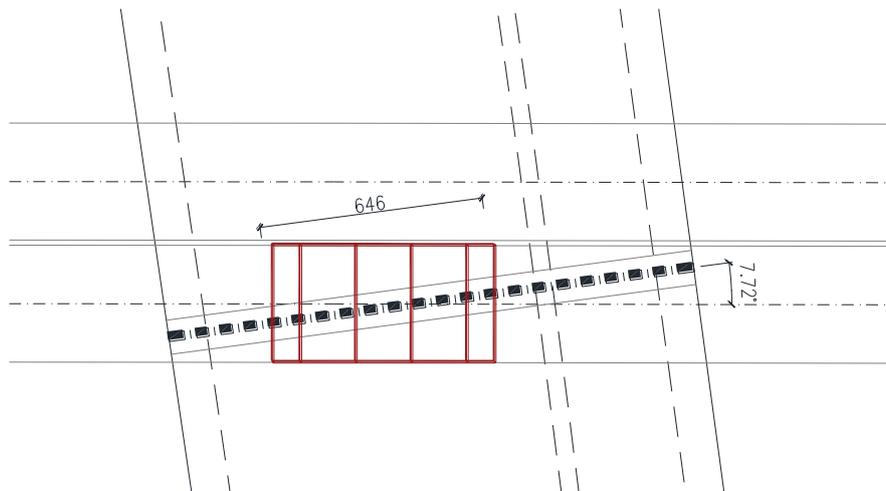
Caratteristiche Treni di Carico SW

Per i manufatti scatolari in oggetto non si prende in considerazione il treno SW/0.

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

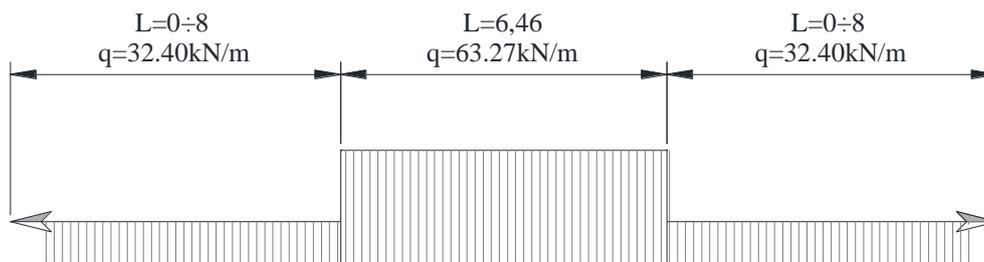
$$q = q_{vk} / L_{d1} \times \phi_3 = 150 / 3.55 \times 1.307 = \mathbf{55.22 \text{ kN/m}^2}$$

La sezione di calcolo presenta un'inclinazione in pianta 7.72° rispetto all'asse ferroviario. Tale inclinazione risulta ininfluyente ai fini della disposizione dei sovraccarichi accidentali sulla soletta superiore in quanto la striscia di calcolo può essere disposta per la totalità della sua lunghezza al di sotto dell'impronta di carico di un solo binario, come rappresentato di seguito:



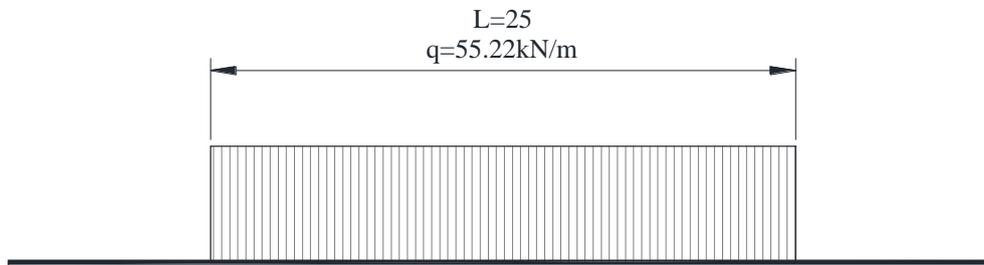
Il calcolo delle sollecitazioni dovute al sovraccarico accidentale viene eseguito attraverso la definizione di due "moving load" definiti per mezzo di una linea di carico e di due veicoli che scorrono su di essa, così conformati:

- LM71 (**Load 10**)



Il sovraccarico è stato definito in maniera tale per cui il mezzo pesante, se considerato, presenta sempre una lunghezza di 6.46m, mentre il sovraccarico accidentale uniformemente distribuito sulla struttura può avere lunghezza minima pari a 0.1m ($\cong 0.0\text{m}$).

- SW/2 (Load 11)



Il sovraccarico è stato definito in maniera tale per cui il carico presenta una lunghezza di 25.00m.

L'analisi case "Moving load" definisce autonomamente la posizione del mezzo pesante e la presenza o meno del sovraccarico accidentale sulla struttura basandosi sulla forma delle linee di influenza in maniera tale da massimizzare gli effetti sollecitanti in corrispondenza degli "Output station" di ciascun elemento.

10.7 Spinta del sovraccarico sul rilevato (Load 12 ÷ 15)

Approccio 1 – Combinazione 1

Per quanto riguarda il carico del treno LM71, in considerazione della larghezza dello scatolare e delle possibili disposizioni di carico assunte e precedentemente descritte, risulta che a tergo dei piedritti agisce il carico distribuito $q = 80\text{kN/m}$; si ottiene pertanto:

$$p_1 = \alpha \times q / L_{d1} \times k_{0,M1} = 1.10 \times 80 / 3.55 \times 0.4264 = 10.57 \text{ kN/m}^2$$

Per il treno SW/2 si ottiene:

$$p_2 = q_{vk} / L_{d1} \times k_{0,M1} = 150 / 3.55 \times 0.4264 = 18.02 \text{ kN/m}^2$$

Approccio 1 – Combinazione 2

Per quanto riguarda il carico del treno LM71, in considerazione della larghezza dello scatolare e delle possibili disposizioni di carico assunte e precedentemente descritte, risulta che a tergo dei piedritti agisce il carico distribuito $q = 80\text{kN/m}$; si ottiene pertanto:

$$p_1 = \alpha \times q / L_{d1} \times k_{0,M2} = 1.10 \times 80 / 3.55 \times 0.5113 = 12.67 \text{ kN/m}^2$$

Per il treno SW/2 si ottiene:

$$p_2 = q_{vk} / L_{d1} \times k_{0,M2} = 150 / 3.55 \times 0.5113 = 21.60 \text{ kN/m}^2$$

La spinta è applicata sul solo piedritto sinistro per massimizzare gli effetti di sbilanciamento della struttura.

Nel modello di calcolo si considera la spinta congruente al treno di carico verticale presente in corrispondenza del piedritto sinistro; si riassumono di seguito i load case applicati:

- Load 12 - Spinta treno LM71 su piedritto SX
- Load 13 - Spinta treno LM71 su piedritto DX
- Load 14 - Spinta treno SW/2 su piedritto SX
- Load 15 - Spinta treno SW/2 su piedritto DX

10.8 Frenatura e avviamento (Load 16 e Load 17)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario nella direzione longitudinale dello stesso.

I valori caratteristici da considerare sono i seguenti:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ kN} \quad \text{avviamento per modelli di carico LM71, SW/0 e SW/2 (Load 16)}$$

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ kN} \quad \text{frenatura per modelli di carico LM71 e SW/0}$$

$$Q_{lb,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{frenatura per modello di carico SW/2 (Load 17)}$$

La risultante delle azioni di frenatura ed avviamento è pari a:

- frenatura SW/2: $Q_{fren,SW/2} = Q_{lb,k} \times L_{binario} = 35.0 / 3.55 = 9.86 \text{ kN}$
- avviamento LM71: $Q_{avv,LM71} = Q_{la,k} \times L_{binario} = 33.0 / 3.55 = 9.30 \text{ kN}$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

- frenatura SW/2: $q_{fren,SW/2} = 9.86 \times 15.30 / 14.20 = 10.62 \text{ kN/m}^2$
- avviamento LM71: $q_{avv,LM71} = 9.30 \times 15.30 / 14.20 = 10.02 \text{ kN/m}^2$

Proiettando i carichi nella direzione di calcolo si ha:

- frenatura SW/2: $q_{fren,SW/2\perp} = q_{fren,SW/2} \times \cos \theta = 10.62 \times \cos(7.72) = \mathbf{10.53 \text{ kN/m}^2}$
- avviamento LM71: $q_{avv,LM71\perp} = q_{avv,LM71} \times \cos \theta = 10.02 \times \cos(7.72) = \mathbf{9.93 \text{ kN/m}^2}$

Nel modello di calcolo si considera l'azione congruente al treno di carico verticale considerato.

10.9 Serpeggio (Load 18)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore di tale forza è assunto pari a $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$. Tale valore deve essere moltiplicato per α .

Ad entrambi i treni di carico, LM71 e SW2, si considera associato l'effetto del serpeggio.

Considerando che l'azione si distribuisca in maniera uniforme sulla lunghezza del binario, assunta cautelativamente pari alla lunghezza in retto dello scatolare) si ha:

$$q_{sk} = \alpha \times Q_{sk} / L_{tot} = 1.1 \times 100 / 14.20 = 7.746 \text{ kN/m}$$

Il valore dell'azione nella direzione di calcolo risulta pari a:

$$q_{sk\perp} = q_{sk} \times \sin \theta = 7.746 \times \sin 7.72^\circ = 1.041 \text{ kN/m}$$

dividendo per la larghezza trasversale di distribuzione del carico del treno, L_d , si ha:

$$q_{sk} = q_{sk\perp} / L_d = 1.041 / 5.55 = \mathbf{0.187 \text{ kN/m}^2}$$

10.10 Forza centrifuga (Load 19 - 20)

L'asse ferroviario in corrispondenza del sottopasso non è in curva e quindi sulla struttura non agisce una forza centrifuga.

10.11 Sovraccarichi sulla soletta di fondazione (Load 21 ÷ 23)

A favore di sicurezza, si considerano solamente i pesi propri del ricoprimento presente al di sotto della viabilità, trascurando gli effetti dovuti ai carichi accidentali transitanti all'interno dello scatolare.

Lo spessore medio del ricoprimento al di sotto della viabilità è pari a 1.00m, pertanto presenta un peso di:

$$\sigma_{pav} = 1.00 \times 20 = 20 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Load 21})$$

Vengono considerate le spinte del terreno della pista ciclabile sul setto interno e sul piedritto destro e il congruente carico sulla soletta di fondazione (load 22):

Si considera, inoltre, sul percorso ciclo-pedonale la presenza di folla compatta schematizzabile come un sovraccarico uniformemente distribuito di intensità pari a 5 kN/m², così come indicato dalle N.T.C (Load 23).

La pista ciclabile ha un'altezza media di 2.40m e si considera riempita dello stesso materiale adottato per i reinterri dei muri.

La pressione verticale all'estradosso della soletta risulta quindi pari a:

$$\sigma_{t,v} = \gamma_t \times h = 20 \times 2.40 = 48.00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_v = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

La pressione orizzontale viene calcolata separatamente mediante i due approcci:

Approccio 1 – Combinazione 1

$$p_t = \sigma_{t,v} \times k_{0,M1} = 48.00 \times 0.50 = \mathbf{24.00 \text{ kN/m}^2}$$

$$p_q = q_v \times k_{0,M1} = 5.00 \times 0.50 = \mathbf{2.50 \text{ kN/m}^2}$$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$p_t = \sigma_{t,v} \times k_{0,M2} = 48.00 \times 0.5807 = \mathbf{27.87 \text{ kN/m}^2}$$

$$p_q = q_v \times k_{0,M2} = 5.00 \times 0.5807 = \mathbf{2.90 \text{ kN/m}^2}$$

10.12 Azione sismica (Load 24÷34)

10.12.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \times a_{gh}$$

$$F_v = P \times a_{gv}$$

P = peso proprio;

a_g = accelerazioni sismiche al suolo;

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “Analisi semplificata per le strutture di contenimento”, punto 9 – “Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide”, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo viene valutato come:

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

La risultante di tale incremento di spinta viene considerata uniformemente distribuita su tutta l'altezza della sezione verticale rigida di riferimento h_{tot} .

$$\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.277 \times 20.0 \times 13.10 = 72.57 \text{ kN/m}$$

Per tenere in conto della metà dello spessore della soletta superiore che non è modellata che subisce la forza sismica, il carico applicato alla struttura risulta pari a:

$$\Delta p_{d,incr} = \Delta p_d \times (H_{interna} + S_s + S_i/2) / (H_{interna} + S_s/2 + S_i/2) = 72.57 \times 8.00 / 7.45 = \mathbf{77.93 \text{ kN/m}^2}$$

L'incremento di spinta sismica viene applicato alternativamente sul piedritto sinistro (**Load 24**) e sul piedritto destro (**Load 25**)

Alla sovrappinta sismica sul piedritto destro, viene sommata inoltre la spinta inerziale del terreno della pista ciclopedonale, pari a:

$$\Delta p_d = a_g / g \times \gamma_t \times L = 0.277 \times 20 \times 3.00 = 16.62 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche orizzontali dovute all'inerzia degli elementi strutturali, considerata la notevole altezza di ricoprimento, non si considera sulla soletta superiore l'inerzia dovuta alla presenza del rilevato (Load 26):

$$\text{Piedritti esterni: } \Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_{p,ext} \times a_{gh} = 25 \times 1.10 \times 0.277 = \mathbf{7.62 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Piedritto interno: } \Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_{p,int} \times a_{gh} = 25 \times 0.50 \times 0.277 = \mathbf{3.46 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Soletta: } \Delta p_{s,h} = \gamma_{c.a.} \times S_s \times a_{gh} = 25 \times 1.10 \times 0.277 = \mathbf{7.62 \text{ kN/m}^2}$$

Sulla soletta superiore sono presenti alternativamente i treno di carico LM71 e SW/2 dei quali si considera l'inerzia della massa ad essi associata (Load 27 e Load 28).

L'effetto inerziale del treno di carico LM71 (Load 27) viene calcolato considerando il carico q_1 precedentemente determinato applicato su tutta la soletta superiore; considerando che le N.T.C. assegnano alle masse derivanti dal carico mobile un coefficiente di combinazione $\psi_2 = 0.20$, risulta:

$$\Delta p_{LM71,h} = 45.43 \times 0.20 \times 0.277 = 2.52 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$\Delta p_{LM71,h} = 2.52 \times (15.30/14.20) = \mathbf{2.71 \text{ kN/m}^2}$$

Analogamente, l'effetto inerziale del treno di carico SW/2 (Load 28) vale:

$$\Delta p_{SW/2,h} = 55.22 \times 0.20 \times 0.277 = 3.06 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore viene incrementato per tenere conto della riduzione di lunghezza della soletta nel modello di calcolo:

$$\Delta p_{SW/2,h} = 3.06 \times (15.30/14.20) = \mathbf{3.30 \text{ kN/m}^2}$$

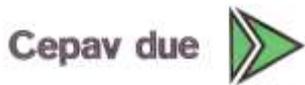
Ai fini del calcolo delle azioni sismiche verticali dovute all'inerzia degli elementi strutturali si considera sulla soletta superiore anche l'inerzia dovuta alla presenza del rilevato. Le azioni verticali si considerano alternativamente agenti verso l'alto o verso il basso (Load 29, Load 30):

$$\text{Piedritti esterni: } \Delta p_{p,v} = \pm \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gv} = \pm 25 \times 1.10 \times 0.155 = \mathbf{= \pm 4.26 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Piedritti interni: } \Delta p_{p,v} = \pm \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gv} = \pm 25 \times 0.50 \times 0.155 = \mathbf{= \pm 1.94 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Soletta sup.: } \Delta p_{ss,v} = \pm (\gamma_{c.a.} \times S_p + G_{sovracc}) \times a_{gv} = \pm (25 \times 1.10 + 88.80) \times 0.155 = \mathbf{= \pm 18.03 \text{ kN/m}^2}$$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
43 di 193

Sulla soletta superiore sono presenti alternativamente i treno di carico LM71 e SW/2 dei quali si considera l'inerzia della massa ad essi associata (Load 31÷34), le azioni verticali si considerano alternativamente agenti verso l'alto o verso il basso.

L'effetto inerziale del treno di carico LM71 si considera uniformemente distribuito sulla soletta superiore (Load 31 e Load 32):

$$\Delta p_{LM71,v} = \pm 45.43 \times 0.20 \times 0.155 = \pm \mathbf{1.41 \text{ kN/m}^2}.$$

L'effetto inerziale del treno di carico SW/2 si considera uniformemente distribuito sulla soletta superiore (Load 33 e Load 34):

$$\Delta p_{SW/2,v} = \pm 55.22 \times 0.20 \times 0.155 = \pm \mathbf{1.71 \text{ kN/m}^2}.$$

10.13 Riepilogo carichi sollecitanti

Nella seguente tabella vengono riepilogati i valori delle sollecitazioni per i singoli casi di carico, determinati come sopra riportato.

LOAD	NOME		VALORE	U.M.
<i>Load 1</i>	Soletta superiore		27.50	kN/m ²
	Piedritti esterni		27.50	kN/m ²
	Piedritti interni		12.50	kN/m ²
	Soletta inferiore		30.00	kN/m ²
	Riempimento		20.00	kN/m ²
<i>Load 2</i>	Sovraccarico permanente		74.40	kN/m ²
<i>Load 3</i>	Ballast		14.40	kN/m ²
<i>Load 4, Load 5</i>	A1 - C1	P1	42.39	kN/m ²
		P2	105.92	kN/m ²
	A1 - C2	P1	50.83	kN/m ²
		P2	127.01	kN/m ²
<i>Load 6</i>	T		-	°C
<i>Load 7</i>	T + Ritiro		-10	°C
<i>Load 8</i>	Grad T		4.55	°C/m
<i>Load 9</i>	Grad T		-4.55	°C/m
<i>Load 10 - Load 11</i>	q _{LM71} - Q _{vk}		63.27	kN/m ²
	q _{LM71} - q _{vk}		32.40	kN/m ²
	q _{SW/2}		55.22	kN/m ²
<i>Load 12 - Load 13</i>	p _{LM71}	A1 - C1	10.57	kN/m ²
		A1 - C2	12.67	kN/m ²
<i>Load 14 - Load 15</i>	p _{SW2}	A1 - C1	18.02	kN/m ²
		A1 - C2	21.60	kN/m ²
<i>Load 16</i>	Q _{avv,LM71}		9.93	kN/m ²
<i>Load 17</i>	Q _{fren,SW/2}		10.53	kN/m ²
<i>Load 18</i>	Q _{serp}		0.187	kN/m ²
<i>Load 19</i>	Q _{centr,LM71}		-	kN/m ²
<i>Load 20</i>	Q _{centr,SW/2}		-	kN/m ²
<i>Load 21</i>	P _{t,v,viab}		20.0	kN/m ²
<i>Load 22</i>	A1 - C1	P _{t,h,cicl}	24.00	kN/m ²
		P _{t,v,cicl}	48.00	kN/m ²
	A2 - C2	P _{t,h,cicl}	27.87	kN/m ²
		P _{t,v,cicl}	48.00	kN/m ²

LOAD	NOME		VALORE	U.M.
<i>Load 23</i>	A1 - C1	Q _{ciel,h}	2.50	kN/m ²
		Q _{ciel,v}	5.00	kN/m ²
	A2 - C2	Q _{ciel,h}	2.90	kN/m ²
		Q _{ciel,v}	5.00	kN/m ²
<i>Load 24 - Load 25</i>	$\Delta p_{d,inc}$		77.93	kN/m ²
	Δp_{ciel}		16.62	kN/m ²
<i>Load 26</i>	$\Delta p_{p,ext,h}$		7.62	kN/m ²
	$\Delta p_{p,int,h}$		3.46	kN/m ²
	$\Delta p_{s,h}$		7.62	kN/m ²
<i>Load 27</i>	$\Delta p_{LM71,h}$		2.71	kN/m ²
<i>Load 28</i>	$\Delta p_{sw/2,h}$		3.30	kN/m ²
<i>Load 29</i>	$\Delta p_{p,ext,v+}$		4.26	kN/m ²
	$\Delta p_{p,int,v+}$		1.94	kN/m ²
	$\Delta p_{ss,v+}$		18.03	kN/m ²
<i>Load 30</i>	$\Delta p_{p,ext,v+}$		-4.26	kN/m ²
	$\Delta p_{p,int,v+}$		-1.94	kN/m ²
	$\Delta p_{ss,v+}$		-18.03	kN/m ²
<i>Load 31</i>	$\Delta p_{LM71,v+}$		1.41	kN/m ²
<i>Load 32</i>	$\Delta p_{LM71,v-}$		-1.41	kN/m ²
<i>Load 33</i>	$\Delta p_{sw/2,v+}$		1.71	kN/m ²
<i>Load 34</i>	$\Delta p_{sw/2,v-}$		-1.71	kN/m ²

11. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati in Tab. 5.2.IV (NTC).

	Azioni verticali	Frenatura e avviamento	
Gruppo 1	1	0.50	Rara e frequente
Gruppo 3	1(0,5)	1.00	Rara e frequente
Gruppo 4	0.80	0.80	Fessurazione

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.2.VI (NTC).

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.VI (NTC).

11.1 Condizioni e combinazioni di carico adottate

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	Ggk	Peso proprio della struttura
2	Gk	Peso rilevato
3	Gk	Peso ballast
4	Gk	Spinta terre da sinistra
5	Gk	Spinta terre da destra
6	Qk	Carico termico positivo uniforme
7	Qk	Carico termico negativo uniforme e ritiro
8	Qk	Carico termico variabile +/-
9	Qk	Carico termico variabile -/+
10	Qk	LM71 – Moving Load
11	Qk	SW/2 – Moving Load
12	Qk	Spinta LM71 su piedritto sx
13	Qk	Spinta LM71 su piedritto dx
14	Qk	Spinta SW/2 su piedritto sx
15	Qk	Spinta SW/2 su piedritto dx
16	Qk	Avviamento LM71
17	Qk	Frenatura SW/2
18	Qk	Serpeggio
19	Qk	Centrifuga LM71
20	Qk	Centrifuga SW/2
21	Qk	Riempimento viabilità
22	Qk	Riempimento pista ciclopedonale
23	Qk	Sovraccarico accidentale su pista ciclopedonale

Load	Tipo	Carico
24	Qk	Incremento dinamico terreno su piedritto sx
25	Qk	Incremento dinamico terreno su piedritto sx
26	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da permanenti
27	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da LM71
28	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da SW/2
29	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da permanenti
30	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da permanenti
31	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da LM71
32	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da LM71
33	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da SW/2
34	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da SW/2

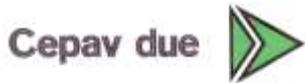
I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

11.1.1 *Combinazioni SLU di tipo STR*

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+unif	T-unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5															1	1,35	1,5
2	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45											1	1,35	1,5
3	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45						0,58	1,45				1	1,35	1,5
4	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58						1,45	0,58				1	1,35	1,5
5	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16						1,45	0,58				1	1,35	1,5
6	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45										1	1,35	1,5
7	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45					0,58	1,45				1	1,35	1,5
8	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58	0,58					1,45	0,58				1	1,35	1,5
9	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16	1,16					1,45	0,58				1	1,35	1,5
10	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9				1,45										1	1,35	1,5
11	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
12	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58							1,45	0,58			1	1,35	1,5
13	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16							1,45	0,58			1	1,35	1,5
14	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45				1,45							1	1,35	1,5
15	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45				1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
16	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58				0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
17	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16	1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
18		1,35	1,35	1,5	1,35	1		1,5	1,5													1	1,35	1,5
19	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45											1	1,35	1,5
20	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45						0,58	1,45				1	1,35	1,5
21	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58						1,45	0,58				1	1,35	1,5
22	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16						1,45	0,58				1	1,35	1,5
23	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45			1,45							1	1,35	1,5
24	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45			1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
25	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58				0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
26	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16	1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
27	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9				1,45										1	1,35	1,5
28	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45	1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
29	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58							1,45	0,58			1	1,35	1,5
30	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16							1,45	0,58			1	1,35	1,5
31	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45											1	1,35	1,5
32	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,45							0,58	1,45			1	1,35	1,5
33	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			0,58				0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
34	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0,9			1,16	1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
35		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5															1	1,35	1,5
36	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45											1	1,35	1,5
37	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45						0,58	1,45				1	1,35	1,5
38	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			0,58						1,45	0,58				1	1,35	1,5
39	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,16						1,45	0,58				1	1,35	1,5
40	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45	1,45			1,45							1	1,35	1,5
41	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45	1,45			1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
42	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			0,58				0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
43	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,16	1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
44	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9				1,45										1	1,35	1,5
45	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45	1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
46	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			0,58							1,45	0,58			1	1,35	1,5
47	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,16							1,45	0,58			1	1,35	1,5
48	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45											1	1,35	1,5
49	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45				1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
50	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			0,58				0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
51	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,16	1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
52		1,35	1,35	1,5	1	1		1,5	1,5													1	1,35	1,5

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
49 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
53	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45											1	1,35	1,5
54	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45						0,58	1,45				1	1,35	1,5
55	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		0,58						1,45	0,58				1	1,35	1,5
56	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,16						1,45	0,58				1	1,35	1,5
57	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45		1,45									1	1,35	1,5
58	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45		1,45				0,58	1,45				1	1,35	1,5
59	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		0,58		0,58				1,45	0,58				1	1,35	1,5
60	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,16		1,16				1,45	0,58				1	1,35	1,5
61	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45										1	1,35	1,5
62	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45							0,58	1,45			1	1,35	1,5
63	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		0,58						1,45	0,58				1	1,35	1,5
64	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,16						1,45	0,58				1	1,35	1,5
65	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9			1,45			1,45							1	1,35	1,5
66	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,45				1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
67	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		0,58				0,58		1,45	0,58				1	1,35	1,5
68	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0,9		1,16		1,16		1,16		1,45	0,58				1	1,35	1,5
69		1,35	1,35	1,5	1	1,35	1,5		1,5												1	1	
70	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45											1	1	
71	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45						0,58		-1,45	1,45		1	1	
72	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58						1,45	-0,58	0,58			1	1	
73	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16						1,45	-0,58	0,58			1	1	
74	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45			1,45								1	1	
75	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45			1,45			0,58		-1,45	1,45		1	1	
76	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58			0,58			1,45	-0,58	0,58			1	1	
77	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16		1,16		1,16		1,45	-0,58	0,58			1	1	
78	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9			1,45										1	1	
79	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45							0,58	-1,45			1,45	1	1
80	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58						1,45	-0,58			0,58	1	1	
81	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16						1,45	-0,58			0,58	1	1	
82	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45					1,45						1	1	
83	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45					1,45		0,58	-1,45		1,45	1	1	
84	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58				0,58		1,45	-0,58		0,58		1	1	
85	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16		1,16		1,16		1,45	-0,58		0,58		1	1	
86		1,35	1,35	1,5	1	1,35		1,5	1,5												1	1	
87	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45											1	1	
88	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45						0,58		-1,45	1,45		1	1	
89	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58						1,45	-0,58	0,58			1	1	
90	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16						1,45	-0,58	0,58			1	1	
91	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45			1,45								1	1	
92	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45			1,45			0,58		-1,45	1,45		1	1	
93	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58			0,58			1,45	-0,58	0,58			1	1	
94	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16		1,16		1,16		1,45	-0,58	0,58			1	1	
95	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9			1,45										1	1	
96	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45							0,58	-1,45			1,45	1	1
97	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58						1,45	-0,58			0,58	1	1	
98	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16						1,45	-0,58			0,58	1	1	
99	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45					1,45						1	1	
100	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,45					1,45		0,58	-1,45		1,45	1	1	
101	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		0,58				0,58		1,45	-0,58		0,58		1	1	
102	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9	0,9		1,16		1,16		1,16		1,45	-0,58		0,58		1	1	
103		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5		1,5												1	1,35	1,5
104	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45											1	1,35	1,5
105	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45						0,58		1,45			1	1,35	1,5
106	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	0,58						1,45		0,58			1	1,35	1,5

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
107	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,16						1,45		0,58			1	1,35	1,5
108	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45		1,45									1	1,35	1,5
109	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45		1,45				0,58		1,45			1	1,35	1,5
110	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
111	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,16		1,16				1,45		0,58			1	1,35	1,5
112	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45										1	1,35	1,5
113	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
114	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		0,58						1,45	0,58			1	1,35	1,5
115	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,16						1,45	0,58			1	1,35	1,5
116	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45			1,45							1	1,35	1,5
117	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45			1,45				0,58	1,45		1	1,35	1,5
118	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		0,58			0,58				1,45	0,58		1	1,35	1,5
119	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,16			1,16				1,45	0,58		1	1,35	1,5
120		1,35	1,35	1,5	1,35	1		1,5		1,5											1	1,35	1,5
121	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45											1	1,35	1,5
122	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45						0,58		1,45			1	1,35	1,5
123	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
124	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,16						1,45		0,58			1	1,35	1,5
125	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45		1,45									1	1,35	1,5
126	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,45		1,45				0,58		1,45			1	1,35	1,5
127	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
128	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9	1,16		1,16				1,45		0,58			1	1,35	1,5
129	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45										1	1,35	1,5
130	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45							0,58	1,45		1	1,35	1,5
131	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		0,58							1,45	0,58		1	1,35	1,5
132	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,16							1,45	0,58		1	1,35	1,5
133	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45			1,45							1	1,35	1,5
134	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,45			1,45				0,58	1,45		1	1,35	1,5
135	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		0,58			0,58				1,45	0,58		1	1,35	1,5
136	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9		0,9		1,16			1,16				1,45	0,58		1	1,35	1,5
137		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5			1,5											1	1,35	1,5
138	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45											1	1,35	1,5
139	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45						0,58		1,45			1	1,35	1,5
140	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
141	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,16						1,45		0,58			1	1,35	1,5
142	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45		1,45									1	1,35	1,5
143	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45		1,45				0,58		1,45			1	1,35	1,5
144	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
145	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,16		1,16				1,45		0,58			1	1,35	1,5
146	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45										1	1,35	1,5
147	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
148	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		0,58						1,45	0,58			1	1,35	1,5
149	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,16						1,45	0,58			1	1,35	1,5
150	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45			1,45							1	1,35	1,5
151	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45			1,45				0,58	1,45		1	1,35	1,5
152	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		0,58			0,58				1,45	0,58		1	1,35	1,5
153	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,16			1,16				1,45	0,58		1	1,35	1,5
154		1,35	1,35	1,5	1	1		1,5		1,5											1	1,35	1,5
155	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45											1	1,35	1,5
156	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45						0,58		1,45			1	1,35	1,5
157	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
158	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,16						1,45		0,58			1	1,35	1,5
159	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45		1,45									1	1,35	1,5
160	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,45		1,45				0,58		1,45			1	1,35	1,5

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
51 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
161	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	0,58		0,58				1,45		0,58			1	1,35	1,5
162	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9	1,16		1,16				1,45		0,58			1	1,35	1,5
163	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45										1	1,35	1,5
164	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45						0,58	1,45			1	1,35	1,5
165	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		0,58						1,45	0,58			1	1,35	1,5
166	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,16						1,45	0,58			1	1,35	1,5
167	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45			1,45							1	1,35	1,5
168	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,45			1,45			0,58	1,45			1	1,35	1,5
169	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		0,58			0,58			1,45	0,58			1	1,35	1,5
170	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9		0,9		1,16			1,16			1,45	0,58			1	1,35	1,5
171		1,35	1,35	1,5	1	1,35	1,5			1,5											1	1	1
172	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45											1	1	1
173	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45						0,58		-1,45	1,45		1	1	1
174	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58						1,45		-0,58	0,58		1	1	1
175	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16						1,45		-0,58	0,58		1	1	1
176	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45			1,45								1	1	1
177	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45			1,45			0,58		-1,45	1,45		1	1	1
178	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58			0,58			1,45		-0,58	0,58		1	1	1
179	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16			1,16			1,45		-0,58	0,58		1	1	1
180	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9		1,45										1	1	1
181	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45							0,58	-1,45		1,45	1	1	1
182	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58							1,45	-0,58		0,58	1	1	1
183	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16							1,45	-0,58		0,58	1	1	1
184	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45					1,45						1	1	1
185	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45				1,45			0,58	-1,45		1,45	1	1	1
186	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58				0,58			1,45	-0,58		0,58	1	1	1
187	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16				1,16			1,45	-0,58		0,58	1	1	1
188		1,35	1,35	1,5	1	1,35	1,5		1,5	1,5											1	1	1
189	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45											1	1	1
190	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45						0,58		-1,45	1,45		1	1	1
191	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58						1,45		-0,58	0,58		1	1	1
192	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16						1,45		-0,58	0,58		1	1	1
193	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45			1,45								1	1	1
194	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45			1,45			0,58		-1,45	1,45		1	1	1
195	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58			0,58			1,45		-0,58	0,58		1	1	1
196	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16			1,16			1,45		-0,58	0,58		1	1	1
197	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9		1,45										1	1	1
198	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45							0,58	-1,45		1,45	1	1	1
199	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58							1,45	-0,58		0,58	1	1	1
200	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16							1,45	-0,58		0,58	1	1	1
201	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45				1,45							1	1	1
202	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,45				1,45			0,58	-1,45		1,45	1	1	1
203	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	0,58				0,58			1,45	-0,58		0,58	1	1	1
204	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1,35	0,9		0,9	1,16				1,16			1,45	-0,58		0,58	1	1	1

11.1.2 Combinazioni SLU di tipo GEO

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+unif	T-unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
1		1	1	1,3	1	1	1,3	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1
2	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
3	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	1,25			1	1	1,35
4	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
5	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
6	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0			1	1	1,35
7	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0,5	0	1,25			1	1	1,35
8	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0,5	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
9	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1	0	1	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
10	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
11	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0,5	1,25			1	1	1,35
12	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	0,5	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
13	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
14	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0			1	1	1,35
15	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	0	1,25	0	0,5	1,25			1	1	1,35
16	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	0,5	0	0	0,5	0	1,25	0,5			1	1	1,35
17	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1	0	0	1	0	1,25	0,5			1	1	1,35
18		1	1	1,3	1	1	0	1,3	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1
19	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
20	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0,5	0	1,25			1	1	1,35
21	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0,5	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
22	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
23	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0			1	1	1,35
24	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0,5	0	1,25			1	1	1,35
25	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0,5	0	0,5	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
26	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1	0	1	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
27	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
28	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0,5	1,25			1	1	1,35
29	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	0,5	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
30	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
31	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0			1	1	1,35
32	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	0	1,25	0	0,5	1,25			1	1	1,35
33	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	0,5	0	0,5	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
34	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1	0	0	1	0	1,25	0,5			1	1	1,35
35		1	1	1,3	1	1	1,3	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1
36	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
37	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
38	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0,5	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
39	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1	0	0	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
40	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0			1	1	1,35
41	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	1,25	0	0	0,5	0	1,25			1	1	1,35
42	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0,5	0	0,5	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
43	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1	0	1	0	0	1,25	0	0,5			1	1	1,35
44	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0			1	1	1,35
45	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0,5	1,25			1	1	1,35
46	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	0,5	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
47	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1	0	0	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
48	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0			1	1	1,35
49	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25	0	0	1,25	0	0,5	1,25			1	1	1,35
50	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	0,5	0	0,5	0	0	1,25	0,5			1	1	1,35
51	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1	0	0	1	0	1,25	0,5			1	1	1,35
52		1	1	1,3	1	1	0	1,3	1	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
53 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
53	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35
54	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0	0	0	0,5	0	1,25	0	0	1	1	1,35	
55	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0,5	0	0	0	1,25	0	0,5	0	0	1	1	1,35	
56	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1	0	0	0	1,25	0	0,5	0	0	1	1	1,35	
57	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
58	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0	1,25	0	0,5	0	1,25	0	0	1	1	1,35	
59	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0,5	0	0,5	0	1,25	0	0,5	0	0	1	1	1,35	
60	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1	0	1	0	1,25	0	0,5	0	0	1	1	1,35	
61	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
62	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0,5	1,25	0	1	1	1,35	
63	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0	0	1,25	0,5	0	0	1	1	1,35	
64	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1	0	0	0	1,25	0,5	0	0	1	1	1,35	
65	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
66	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0,5	1,25	0	0	1	1	1,35	
67	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0,5	0	1,25	0,5	0	0	1	1	1,35	
68	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1	0	1	0	1,25	0,5	0	0	1	1	1,35	
69	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
70	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	0	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
71	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
72	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
73	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
74	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1,25	0	1,25	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
75	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0,5	0	0,5	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
76	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	1	0	1	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
77	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
78	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	0	0	-0,5	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
79	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	0,5	0	0	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
80	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1	0	0	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
81	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
82	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	-0,5	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
83	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	0,5	0	0,5	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
84	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0,78	0	0	1	0	1	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
85	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
86	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	0	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
87	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0,5	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
88	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
89	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
90	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1,25	0	1,25	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
91	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0,5	0	0,5	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
92	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	1	0	1	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
93	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
94	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	0	0	-0,5	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
95	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	0,5	0	0	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
96	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1	0	0	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
97	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
98	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1,25	0	1,25	0	-0,5	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
99	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	0,5	0	0,5	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
100	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0,78	0	0	1	0	1	0	-1,25	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
101	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
102	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	0	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
103	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0,5	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
104	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1	0	0	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	
105	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	1,25	0	0	0	0	0	0	1	1	1,35	
106	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1,25	0	1,25	0	-0,5	0	-1,25	1,25	0	1	1	1,35	
107	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0,5	0	0,5	0	-1,25	0	-0,5	0,5	0	1	1	1,35	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
54 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile	
																								1
108	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	1	0		1		0	-1,25	0	-0,5	0,5		1	1	
109	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25		0		0	0	0		0		1	1	
110	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25		0		0	0	-0,5	-1,25		1,25	1	1	
111	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	0,5		0		0	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
112	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1		0		0	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
113	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25		0		1,25	0	0	0		0	1	1	
114	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1,25		0		1,25	0	-0,5	-1,25		1,25	1	1	
115	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	0,5		0		0,5	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
116	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0,78	0	0	0,78	0	1		0		1	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
117	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0		0		0	0	0	0	0		1	1	
118	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0		0		0	-0,5	0	-1,25	1,25		1	1	
119	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0,5	0		0		0	-1,25	0	-0,5	0,5		1	1	
120	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1	0		0		0	-1,25	0	-0,5	0,5		1	1	
121	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0		1,25		0	0	0	0	0		1	1	
122	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1,25	0		1,25		0	-0,5	0	-1,25	1,25		1	1	
123	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0,5	0		0,5		0	-1,25	0	-0,5	0,5		1	1	
124	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	1	0		1		0	-1,25	0	-0,5	0,5		1	1	
125	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25		0		0	0	0	0		0	1	1	
126	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25		0		0	0	-0,5	-1,25		1,25	1	1	
127	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	0,5		0		0	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
128	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1		0		0	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
129	GR1-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25		0		1,25	0	0	0		0	1	1	
130	GR1-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1,25		0		1,25	0	-0,5	-1,25		1,25	1	1	
131	GR3-1	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	0,5		0		0,5	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	
132	GR3-2	1	1	1,3	1	1	0	0,78	0	0,78	0	1		0		1	0	-1,25	-0,5		0,5	1	1	

11.1.3 Combinazioni SLV

I coefficienti di combinazione SLV applicati ai singoli Load Case sono i medesimi sia per l'Approccio 1-Combinazione 1 che per l'Approccio 1-Combinazione 2.

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+unif	T. unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Incremento dinamico terreno sx	Incremento dinamico terreno dx	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizzontale da massa LM71	Sisma orizzontale da massa SW2	Azioni sis. verticali verso l'alto	Azioni sis. verticali verso il basso	Sisma verso alto da massa LM71	Sisma verso basso da massa LM71	Sisma verso alto da massa SW2	Sisma verso basso da massa SW2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
1	1	1	1	1	1	0,5		0,5													1	1	1	1											
2	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2			0,2		0,2	0,2			1	1	1	1		1		0,3							
3	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2				0,2	0,2			1	1	1	1			1	0,3			0,3			0,3	
4	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2			1	1	0,3	0,3				1						0,3	
5	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				0,2	0,2	0,2			1	1	0,3	0,3	0,3	0,3		1		1					
6	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2				0,2	0,2			1	1	0,3	0,3		0,3	0,3	1						1	
7	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2			1	1	1	1					0,3						
8	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				0,2	0,2	0,2			1	1	1	1		1		0,3	0,3		0,3			0,3	
9	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2				0,2	0,2			1	1	1	1			1	0,3						0,3	
10	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2			1	1	0,3	0,3		0,3								0,3	
11	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				0,2	0,2	0,2			1	1	0,3	0,3	0,3	0,3			1		1				
12	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2				0,2	0,2			1	1	0,3	0,3		0,3			1					1	
13	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2			1	1	1	1		0,3									
14	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2			1	1	1	1		-1		0,3			0,3				
15	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2				0,2	-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		-1	-1	0,3				0,3		0,3	
16	1	1	1	1	1	0,5		0,5									-0,2	-0,2			1	1	1	1		0,3	-0,3		1						
17	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2			1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3	1		1				
18	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2			-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3	1			1		1	
19	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2			1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3			0,3		0,3
20	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		-1	-1	-1				0,3		0,3	
21	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2		0,2	1	1	1	1		-1	-1	-1						0,3	
22	1	1	1	1	1	0,5		0,5										0,2		0,2	1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3					0,3
23	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3			1		
24	1	1	1	1	1	0,5		0,5			0,2		0,2			-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3					1
25	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3					1
26	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2									1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3			0,3		
27	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		0,3				0,3	
28	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	0,3	0,3				1						0,3	
29	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2									1	1	0,3	0,3	0,3	0,3		1		1					
30	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	0,3	0,3		0,3	0,3	1							1
31	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1			0,3								1
32	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2									1	1	1	1					0,3				0,3		
33	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	1	1			1								0,3
34	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	0,3	0,3					1						
35	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2									1	1	0,3	0,3	0,3	0,3			1				1		
36	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	0,3	0,3		0,3	0,3								1
37	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1			0,3								
38	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1				0,3			0,3				0,3
39	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	1	1			-1								0,3
40	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3							
41	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3					1		
42	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5			0,2		0,2								1	1	1	1		0,3	-0,3	-0,3		-0,3					1
43	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1		1	-1	-1							1
44	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5		0,2		0,2				-0,2	-0,2	0,2		0,2	1	1	1	1		1	-1	-1					0,3		0,3
45	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5													1	1	1	1		1	-1	-1		-1					0,3

11.1.4 Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Caratteristica

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		1	1	1	1	1	0,5		0,5													1	1	
2		1	1	1	1	1		0,5	0,5													1	1	
3		1	1	1	1	1	0,5			0,5												1	1	
4		1	1	1	1	1		0,5		0,5												1	1	
1		1	1	1	1	1	0,6		0,6													1	1	
2	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,4					1	1	0,75	
3	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,4		0,8			1	1	0,75	
4	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,4		0,8			1	1	0,75	
5	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8						0,8			1	1	0,75	
6	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4					0,8					1	1	0,75	
7	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,8					1	1	0,75	
8	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,8		0,4			1	1	0,75	
9	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4	0,4				0,8		0,4			1	1	0,75	
10	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,4				1	1	0,75	
11	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75	
12	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,4	0,8			1	1	0,75	
13	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8				0,8			1	1	0,75	
14	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4						0,8				1	1	0,75	
15	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,8				1	1	0,75	
16	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,8	0,4			1	1	0,75	
17	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4			0,4			0,8	0,4			1	1	0,75	
18		1	1	1	1	1		0,6	0,6												1	1		
19	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,4					1	1	0,75	
20	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75	
21	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,4		0,8			1	1	0,75	
22	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8						0,8			1	1	0,75	
23	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4					0,8					1	1	0,75	
24	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,8					1	1	0,75	
25	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,8		0,4			1	1	0,75	
26	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4	0,4				0,8		0,4			1	1	0,75	
27	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,4				1	1	0,75	
28	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75	
29	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,4	0,8			1	1	0,75	
30	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8				0,8			1	1	0,75	
31	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4						0,8				1	1	0,75	
32	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,8				1	1	0,75	
33	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,8	0,4			1	1	0,75	
34	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4			0,4			0,8	0,4			1	1	0,75	
35		1	1	1	1	1	0,6			0,6											1	1		
36	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,4					1	1	0,75	
37	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75	
38	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,4		0,8			1	1	0,75	
39	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8						0,8			1	1	0,75	
40	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4					0,8					1	1	0,75	
41	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8					0,8					1	1	0,75	
42	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8	0,8				0,8		0,4			1	1	0,75	
43	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4	0,4				0,8		0,4			1	1	0,75	
44	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,4				1	1	0,75	
45	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75	
46	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,4	0,8			1	1	0,75	
47	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8				0,8			1	1	0,75	
48	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4						0,8				1	1	0,75	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
58 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
49	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,8				1	1	0,75
50	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8			0,8			0,8	0,4			1	1	0,75
51	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4			0,4			0,8	0,4			1	1	0,75
52		1	1	1	1	1		0,6													1	1	
53	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8						0,4					1	1	0,75
54	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8											1	1	0,75
55	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8		0,8				0,4		0,8			1	1	0,75
56	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8		0,8						0,8			1	1	0,75
57	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,4						0,8					1	1	0,75
58	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8						0,8					1	1	0,75
59	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8		0,8				0,8		0,4			1	1	0,75
60	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,4		0,4				0,8		0,4			1	1	0,75
61	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,4				1	1	0,75
62	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8										1	1	0,75
63	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8				0,8			0,4	0,8			1	1	0,75
64	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8				0,8				0,8			1	1	0,75
65	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,4						0,8				1	1	0,75
66	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5		0,8						0,8				1	1	0,75
67	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8				0,8			0,8	0,4			1	1	0,75
68	gr3	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,5		0,4		0,4			0,8	0,4			1	1	0,75
69	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8						-0,4					1	1	
70	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8											1	1	
71	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8			0,8			-0,4		-0,8	0,8		1	1	
72	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8			0,8					-0,8	0,8		1	1	
73	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,4						-0,8					1	1	
74	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8						-0,8					1	1	
75	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8			0,8			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
76	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,4			0,4			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
77	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5			0,8						-0,4				1	1	
78	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8											1	1	
79	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8					0,8		-0,4	-0,8		0,8	1	1	
80	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8				0,8			-0,8	-0,8		0,8	1	1	
81	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,4											1	1	
82	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8							-0,8				1	1	
83	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,8				0,8			-0,8	-0,4		0,4	1	1	
84	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0,5		0,4				0,4			-0,8	-0,4		0,4	1	1	
85	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8						-0,4					1	1	
86	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8											1	1	
87	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8			0,8			-0,4		-0,8	0,8		1	1	
88	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8			0,8					-0,8	0,8		1	1	
89	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,4						-0,8					1	1	
90	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8						-0,8					1	1	
91	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,8			0,8			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
92	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5	0,4			0,4			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
93	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8						-0,4				1	1	
94	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8										1	1	
95	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8						-0,4	-0,8		0,8	1	1	
96	gr1	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8				0,8			-0,8		0,8	1	1	
97	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,4						-0,8				1	1	
98	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8						-0,8				1	1	
99	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,8			0,8			-0,8	-0,4		0,4	1	1	
100	gr3	1	1	1	1	1		0,5	0,5		0,4			0,4			-0,8	-0,4		0,4	1	1	
101	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8						-0,4					1	1	
102	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8											1	1	
103	gr1	1	1	1	1	1	0,5		0,5	0,8			0,8			-0,4		-0,8	0,8		1	1	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
59 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
104	gr1	1	1	1	1	0,5			0,5	0,8			0,8					-0,8	0,8		1	1	
105	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5	0,4						-0,8					1	1	
106	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5	0,8						-0,8					1	1	
107	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5	0,8			0,8			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
108	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5	0,4			0,4			-0,8		-0,4	0,4		1	1	
109	gr1	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8						-0,4				1	1	
110	gr1	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8										1	1	
111	gr1	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8						-0,4	-0,8		0,8	1	1	
112	gr1	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8				0,8		-0,4	-0,8		0,8	1	1	
113	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5		0,4						-0,8			0,8	1	1	
114	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8						-0,8				1	1	
115	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5		0,8						-0,8	-0,4		0,4	1	1	
116	gr3	1	1	1	1	0,5			0,5		0,4						-0,8	-0,4		0,4	1	1	
117	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8						-0,4					1	1	
118	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8											1	1	
119	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8				0,8		-0,4		-0,8	0,8		1	1	
120	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8				0,8				-0,8	0,8		1	1	
121	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5	0,4							-0,8				1	1	
122	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8							-0,8				1	1	
123	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5	0,8				0,8			-0,8		-0,4	0,4	1	1	
124	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5	0,4				0,4			-0,8		-0,4	0,4	1	1	
125	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8							-0,4			1	1	
126	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8										1	1	
127	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8						-0,4	-0,8		0,8	1	1	
128	gr1	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8							-0,8		0,8	1	1	
129	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5		0,4						-0,8				1	1	
130	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8						-0,8				1	1	
131	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5		0,8						-0,8	-0,4		0,4	1	1	
132	gr3	1	1	1	1		0,5		0,5		0,4						-0,8	-0,4		0,4	1	1	
1	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6		1						0,5					1	1	1
2	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6		1						0,5		1			1	1	1
3	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6		1			1								1	1	1
4	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6		1			1					1			1	1	1
5	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6		1						0,5					1	1	1
6	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6		1											1	1	1
7	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6		1			1			0,5		1			1	1	1
8	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6		1			1					1			1	1	1
9	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6		0,5						1					1	1	1
10	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6		1						1					1	1	1
11	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6		1			1			1		0,5			1	1	1
12	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6		0,5			0,5			1		0,5			1	1	1
13	gr3	1	1	1	1		0,6	0,6		0,5						1					1	1	1
14	gr3	1	1	1	1		0,6	0,6		1						1					1	1	1
15	gr3	1	1	1	1		0,6	0,6		1						1			0,5		1	1	1
16	gr3	1	1	1	1		0,6	0,6		0,5			0,5			1		0,5			1	1	1
17	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6			1						0,5				1	1	1
18	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6			1										1	1	1
19	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6			1						0,5	1			1	1	1
20	gr1	1	1	1	1	0,6		0,6			1				1			1			1	1	1
21	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6			1						0,5				1	1	1
22	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6			1										1	1	1
23	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6			1						0,5	1			1	1	1
24	gr1	1	1	1	1		0,6	0,6			1				1			1			1	1	1
25	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6			0,5						1				1	1	1
26	gr3	1	1	1	1	0,6		0,6			1						1				1	1	1

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
60 di 193

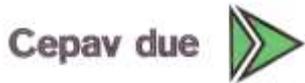
n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
27	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6			1					1	0,5			1	1	1
28	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6			0,5			0,5		1	0,5			1	1	1
29	gr3	1	1	1	1	1		0,6	0,6			0,5					1				1	1	1
30	gr3	1	1	1	1	1		0,6	0,6			1					1				1	1	1
31	gr3	1	1	1	1	1		0,6	0,6			1			1		1	0,5			1	1	1
32	gr3	1	1	1	1	1		0,6	0,6			0,5			0,5		1	0,5			1	1	1
33		1	1	1	1	1	1														1	1	
34		1	1	1	1	1	1	1													1	1	
35	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1					0,5					1	1	1
36	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1										1	1	1
37	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1	1				0,5		1			1	1	1
38	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1	1						1			1	1	1
39	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1					0,5					1	1	1
40	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1										1	1	1
41	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1	1				0,5		1			1	1	1
42	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1	1						1			1	1	1
43	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6	0,5					1					1	1	1
44	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1					1					1	1	1
45	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6	1	1				1		0,5			1	1	1
46	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6	0,5	0,5				1		0,5			1	1	1
47	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6	0,5					1					1	1	1
48	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1					1					1	1	1
49	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6	1	1				1		0,5			1	1	1
50	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6	0,5	0,5				1		0,5			1	1	1
51	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1					0,5				1	1	1
52	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1									1	1	1
53	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1					0,5	1			1	1	1
54	gr1	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1			1			1			1	1	1
55	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1					0,5				1	1	1
56	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1									1	1	1
57	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1			1		0,5	1			1	1	1
58	gr1	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1			1			1			1	1	1
59	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6		0,5									1	1	1
60	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1						1			1	1	1
61	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6		1			1			0,5			1	1	1
62	gr3	1	1	1	1	1	0,6			0,6		0,5			0,5			1	0,5		1	1	1
63	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6		0,5						1			1	1	1
64	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1						1			1	1	1
65	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6		1			1			1	0,5		1	1	1
66	gr3	1	1	1	1	1		0,6		0,6		0,5			0,5			1	0,5		1	1	1
67		1	1	1	1	1	1														1	1	
68		1	1	1	1	1	1			1											1	1	
69	gr1	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1					-0,5					1	1	
70	gr1	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1										1	1	
71	gr1	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1		1			-0,5		-1	1		1	1	
72	gr1	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1		1					-1	1		1	1	
73	gr1	1	1	1	1	1		0,6	0,6		1					-0,5					1	1	
74	gr1	1	1	1	1	1		0,6	0,6		1										1	1	
75	gr1	1	1	1	1	1		0,6	0,6		1					-0,5		-1	1		1	1	
76	gr1	1	1	1	1	1		0,6	0,6		1		1					-1	1		1	1	
77	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6		0,5							-1			1	1	
78	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1							-1			1	1	
79	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6		1			1				-0,5	0,5		1	1	
80	gr3	1	1	1	1	1	0,6		0,6		0,5		0,5					-1	-0,5	0,5	1	1	
81	gr3	1	1	1	1	1		0,6	0,6		0,5							-1	-0,5	0,5	1	1	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001Rev.
AFoglio
61 di 193

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif / Ritiro	DT +	DT -	LM71	SW/2	LM71 carico su rilevato sx	LM71 carico su rilevato dx	SW/2 carico su rilevato sx	SW/2 carico su rilevato dx	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Serpeggio	LM71 centrifuga	SW/2 centrifuga	Riempimento viabilità	Riempimento ciclabile	Sovraccarico ciclabile
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
82	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1						-1					1	1	
83	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1			-1		-0,5	0,5		1	1	
84	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		0,5			0,5			-1		-0,5	0,5		1	1	
85	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-0,5				1	1	
86	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1										1	1	
87	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-0,5	-1		1	1	1	
88	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1			-1		1	1	1	
89	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-0,5				1	1	
90	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1										1	1	
91	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-0,5	-1		1	1	1	
92	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1			-1		1	1	1	
93	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5						-1				1	1	
94	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-1				1	1	
95	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-1	-0,5		0,5	1	1	
96	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5				0,5		-1	-0,5		0,5	1	1	
97	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5						-1				1	1	
98	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-1				1	1	
99	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-1	-0,5		0,5	1	1	
100	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5				0,5		-1	-0,5		0,5	1	1	
101	gr1	1	1	1	1	1	0,6		0,6							-0,5					1	1	
102	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1											1	1	
103	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1			-0,5		-1	1		1	1	
104	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1				-1		1		1	1	
105	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1						-0,5					1	1	
106	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1											1	1	
107	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1			-0,5		-1	1		1	1	
108	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1				-1		1		1	1	
109	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		0,5						-1					1	1	
110	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1						-1					1	1	
111	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1			-1		-0,5	0,5		1	1	
112	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		0,5			0,5			-1		-0,5	0,5		1	1	
113	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		0,5						-1					1	1	
114	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1						-1					1	1	
115	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		1			1			-1		-0,5	0,5		1	1	
116	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6		0,5			0,5			-1		-0,5	0,5		1	1	
117	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-0,5				1	1	
118	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1										1	1	
119	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-0,5	-1		1	1	1	
120	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1			-1		1	1	1	
121	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-0,5				1	1	
122	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1										1	1	
123	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-0,5	-1		1	1	1	
124	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1			-1		1	1	1	
125	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5						-1				1	1	
126	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-1				1	1	
127	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-1	-0,5		0,5	1	1	
128	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5				0,5		-1	-0,5		0,5	1	1	
129	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5						-1				1	1	
130	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1						-1				1	1	
131	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			1				1		-1	-0,5		0,5	1	1	
132	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0,6			0,5				0,5		-1	-0,5		0,5	1	1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

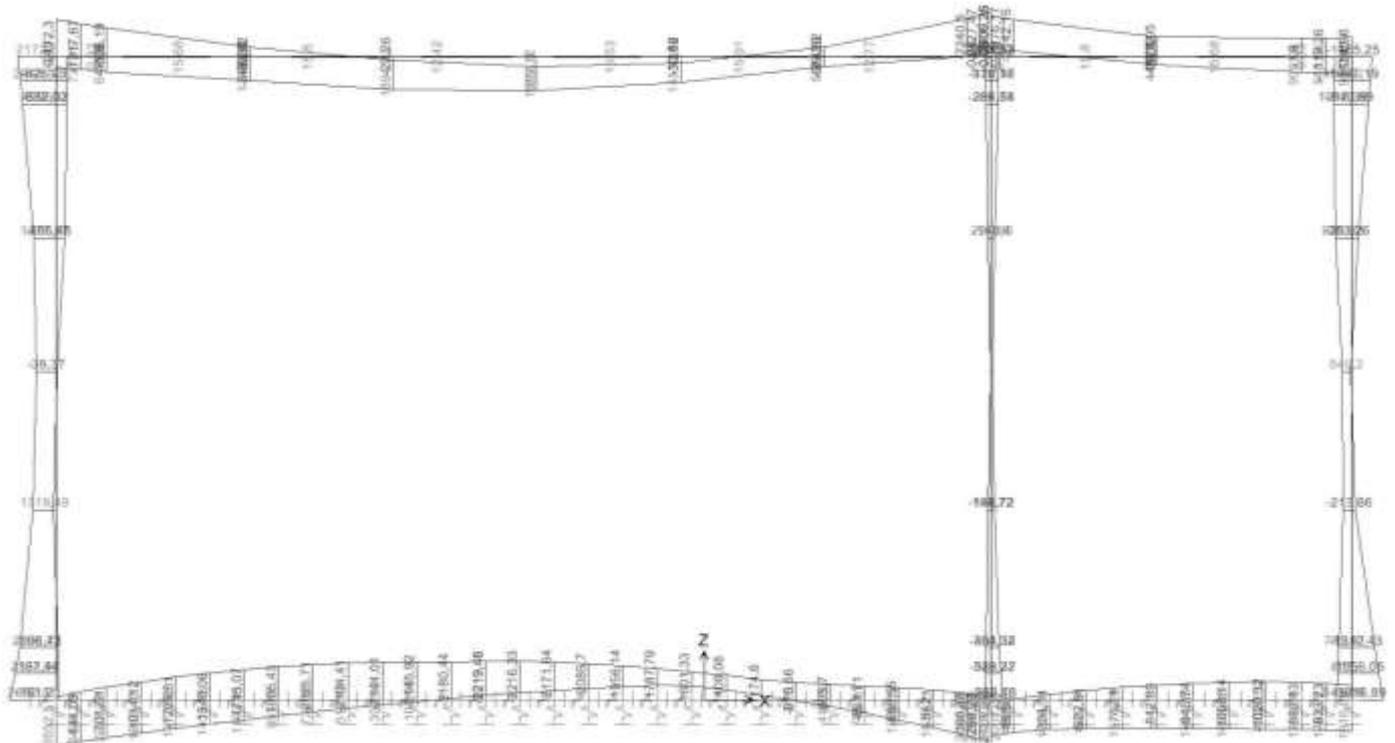
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

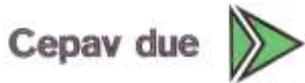
Foglio
62 di 193

11.2 Diagrammi di involuppo – scatolare sotto linea IC

11.2.1 Inviluppo momento flettente SLU/SLV – STR



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

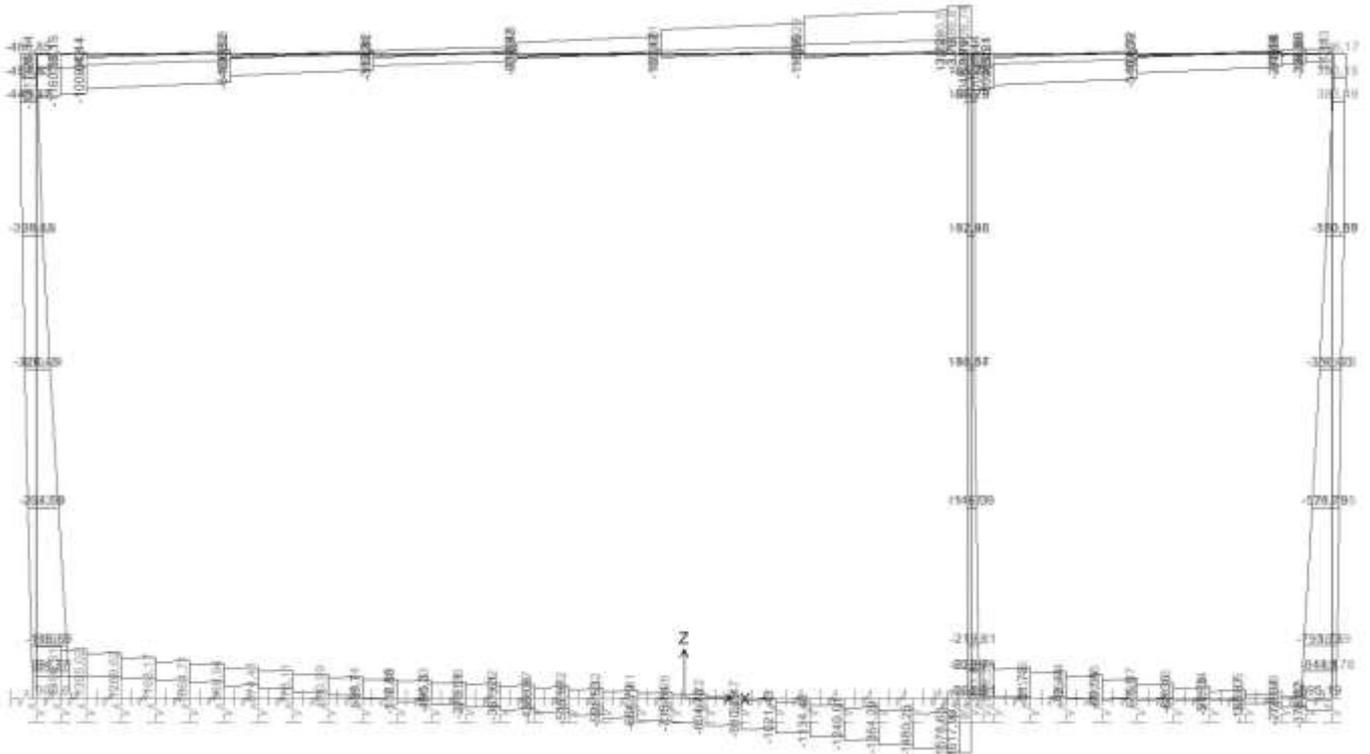
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

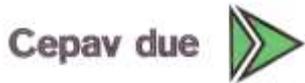
Rev.
A

Foglio
63 di 193

11.2.2 Inviluppo taglio SLU/SLV – STR



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

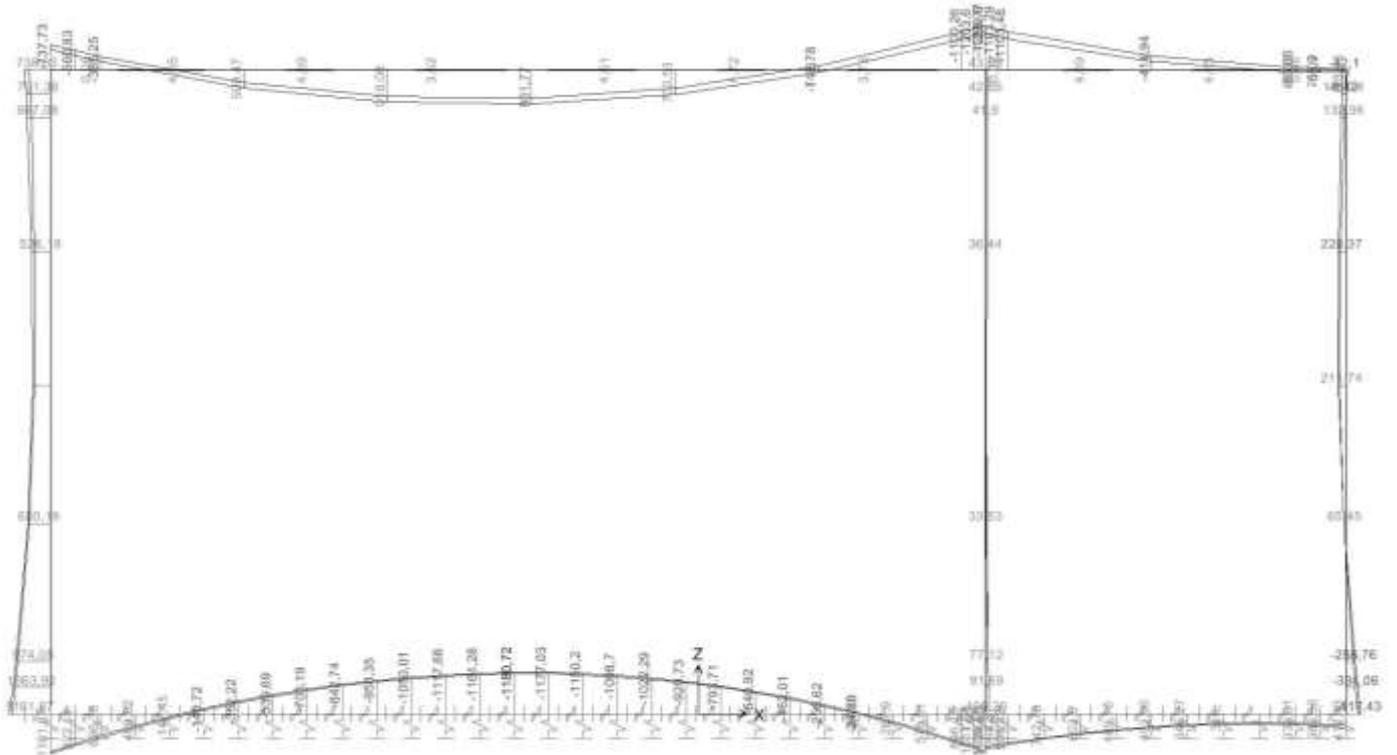
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

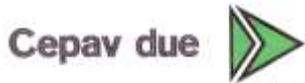
Rev.
A

Foglio
64 di 193

11.2.3 Involuppo momento flettente SLE – Quasi Permanente



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

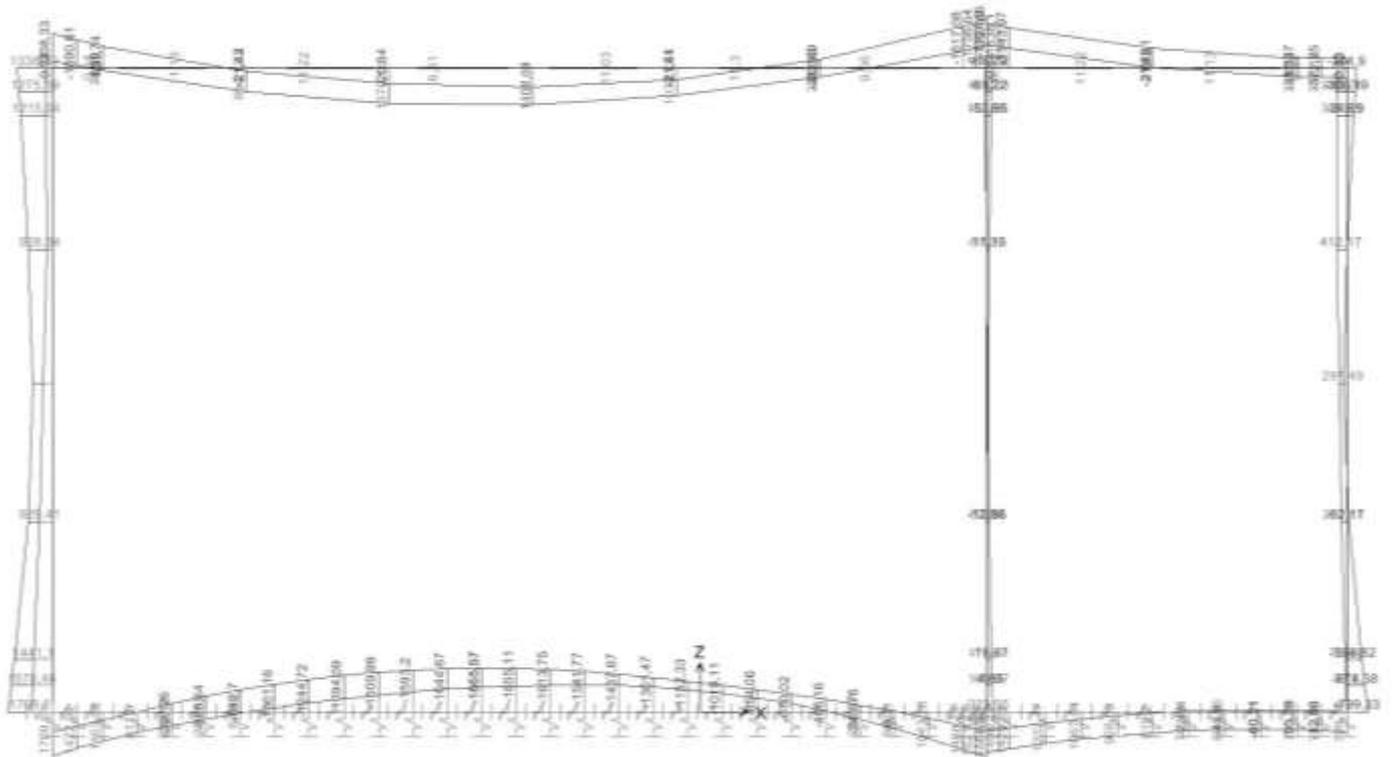
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

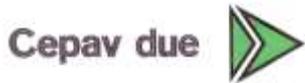
Rev.
A

Foglio
65 di 193

11.2.4 Involuppo momento flettente SLE – Caratteristico



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

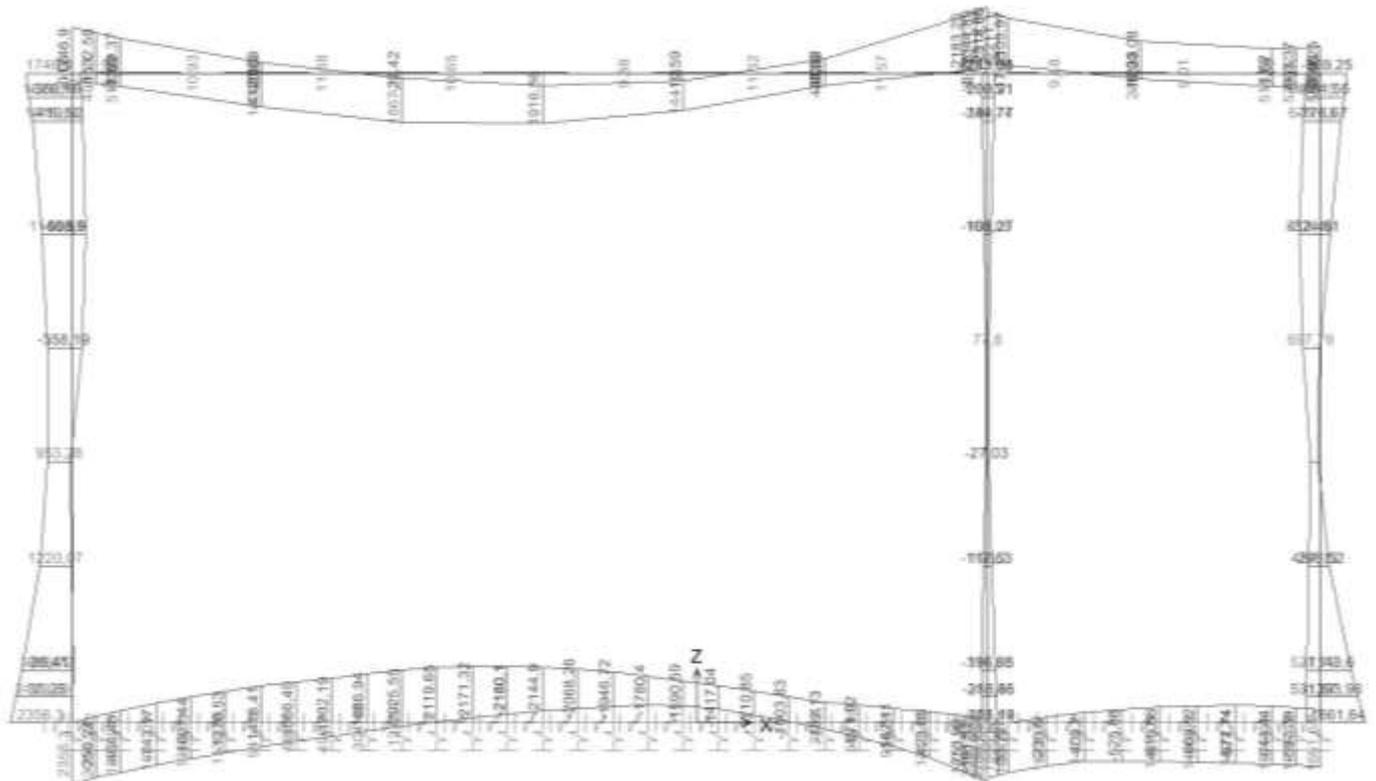
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

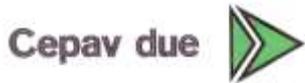
Foglio
66 di 193

11.3 Diagrammi di involuppo – scatolare sotto linea storica

11.3.1 Inviluppo momento flettente SLU/SLV – STR



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

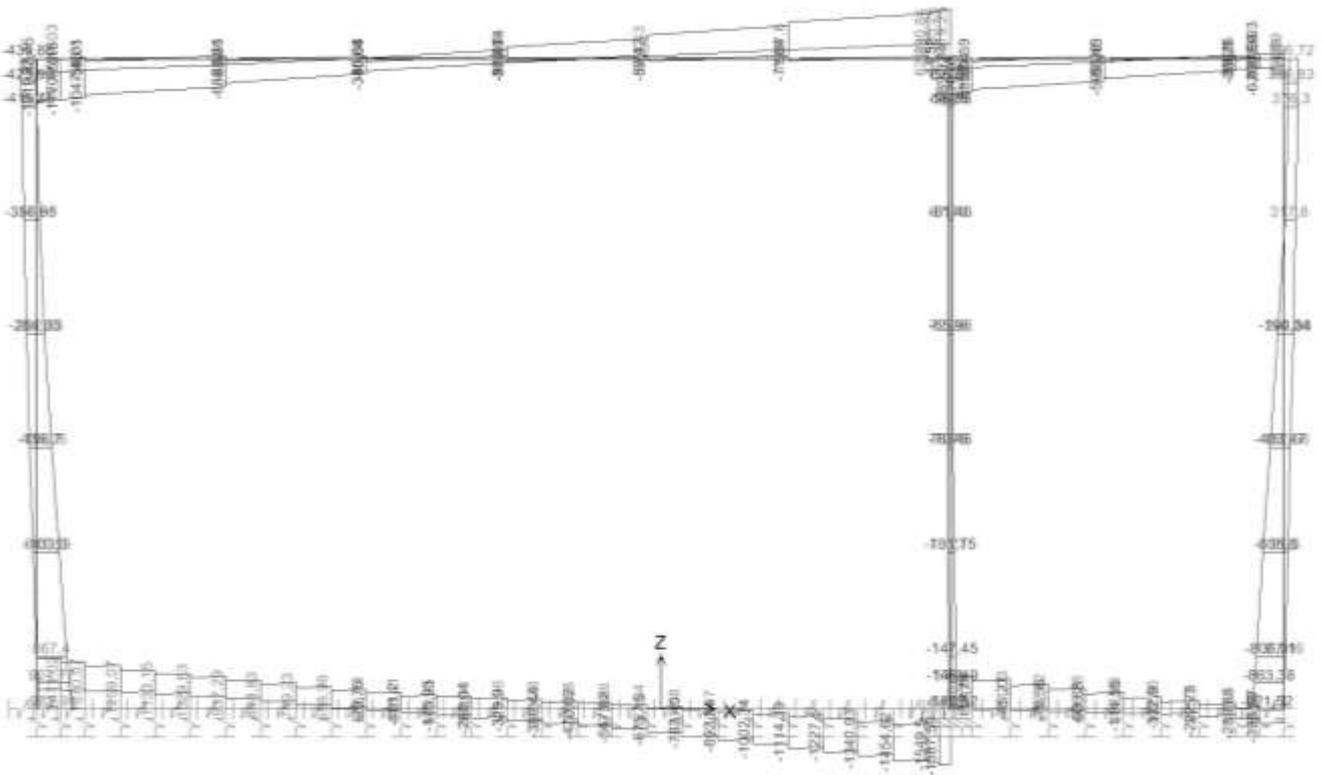
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
67 di 193

11.3.2 Inviluppo taglio SLU/SLV – STR



Doc. N.

Progetto
INOR

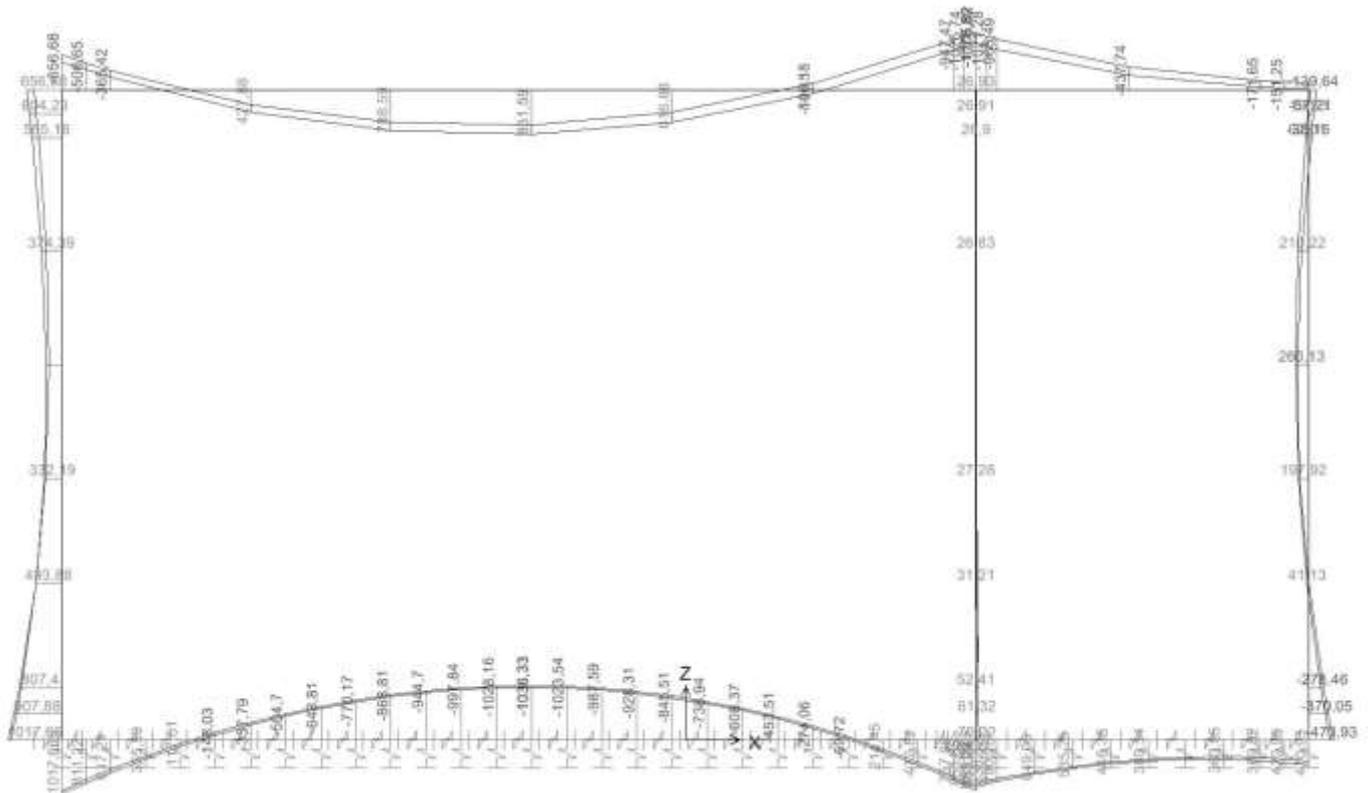
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

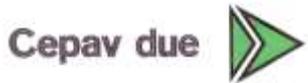
Rev.
A

Foglio
68 di 193

11.3.3 Involuppo momento flettente SLE – Quasi Permanente



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

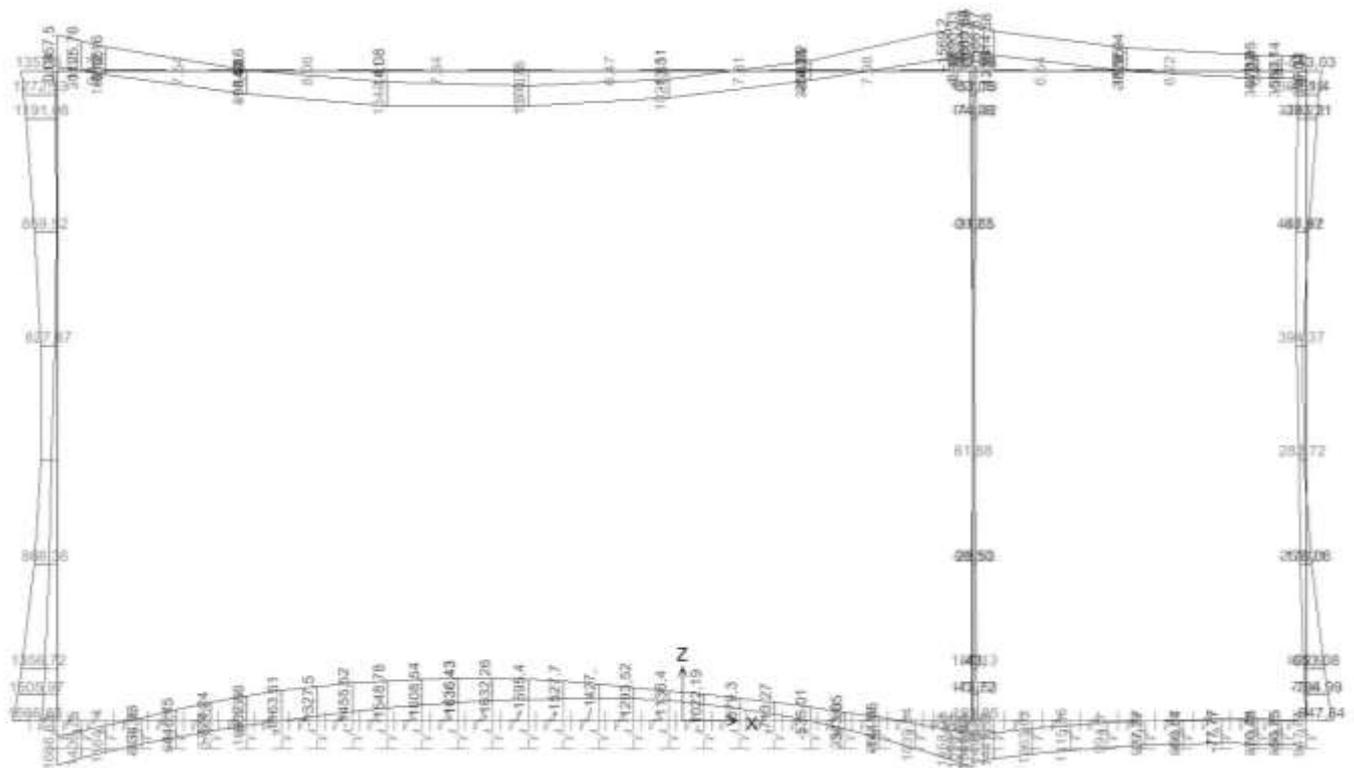
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
69 di 193

11.3.4 Involuppo momento flettente SLE – Caratteristico



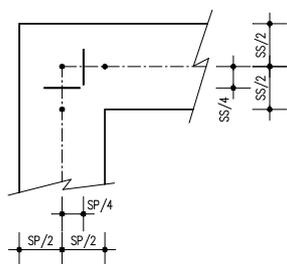
12. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni per le aste più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

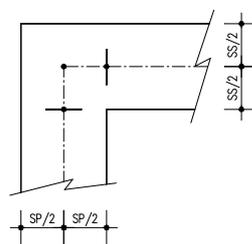
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

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

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



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

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

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 45° e staffe verticali.

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta $M_{cr} < M_{Ed}$ la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alla Combinazioni Rara della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili sono:

- condizioni ambientali aggressive e molto aggressive: $w_k \leq w_3 = 0.20 \text{ mm}$
- condizioni ambientali ordinarie: $w_k \leq w_3 = 0.30 \text{ mm}$

Verifica delle tensioni di esercizio: si verifica che le tensioni di lavoro presenti nel calcestruzzo siano inferiori ai seguenti limiti:

- combinazione QP $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$;
- combinazione Rara $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$,

e che le tensioni di lavoro presenti nell'acciaio siano $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$.

Doc. N.

Progetto
INOR

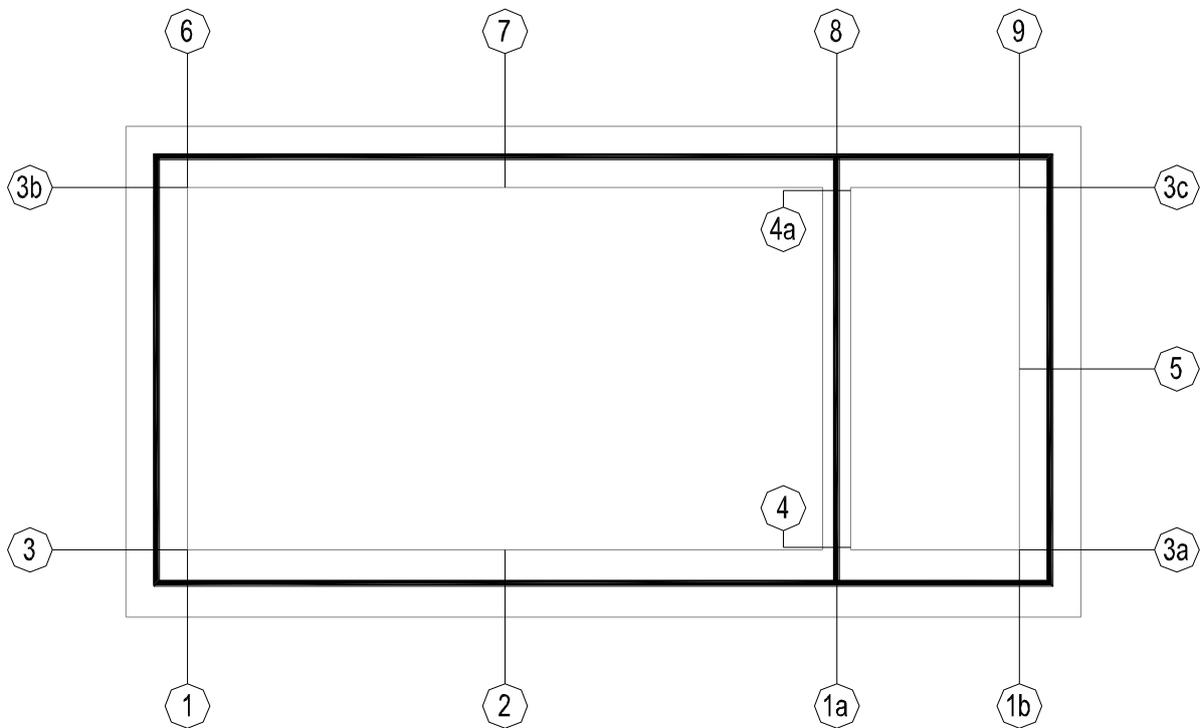
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
71 di 193

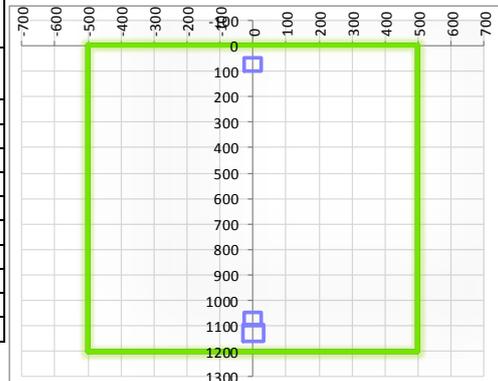
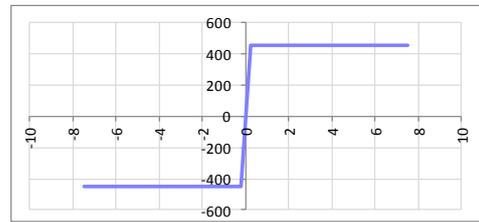
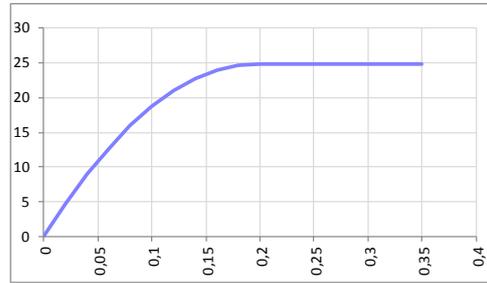
Le verifiche sono svolte nelle sezioni più significative di seguito rappresentate:



12.1 Scatolare sotto linea IC

12.1.1 Soletta inferiore – sezione 1

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	6,06 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n, lungo termine =	12,69 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	As mm²
1	5	26	73	2654,6458
2	8	26	1127	3981,9687
3	5	26	1075	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	As mm²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963



12.1.1.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1200 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	73	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			73 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		74
Frame		3
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1395,02 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		4,02 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1527,45 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3577,94 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1527,45 kN
Verifica		0,91 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.1.1.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR31	3	0,0	1153,9	0,246	0,300	663,77	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	2	0,0	922,1	-4,42	143,48	-52,69	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR31	2	0,0	1422,9	-6,82	221,40	-81,30	Sezione parzializzata	

12.1.2 Soletta inferiore – sezione 1a

SEZIONE RETTANGOLARE					
CARATTERISTICHE MATERIALI					
Calcestruzzo:					
Classe	C25/30				
R_{ck}	30,00 N/mm ²				
f_{ck}	24,90 N/mm ²				
f_{cm}	32,90 N/mm ²				
f_{ctm}	2,56 N/mm ²				
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²				
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²				
f_{ctm}	3,07 N/mm ²				
E_{cm}	31447,16 N/mm ²				
ϵ_{c2}	0,200 %				
ϵ_{c3}	0,175 %				
ϵ_{c4}	0,070 %				
ϵ_{cu}	0,350 %				
n	2,000				
tipo cemento	N				
Acciaio:					
Classe	B450C				
Tipologia comportament	EL-PL				
$k = (f_u/f_y)_k$	1				
f_{yk}	450 N/mm ²				
f_{tk}	540 N/mm ²				
E_s	200000 N/mm ²				
ϵ_{su}	7,500 %				
Coefficiente di omogeneizzazione:					
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec				
umidità relativa	75 %				
giorno app. carico	15 giorni				
periodo lungo termine	50 anni				
coefficiente di viscosità	2,09				
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm				
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine			
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE					
Sezione:					
B=	1000 mm				
H=	1200 mm				
Armature:					
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm		As mm ²
1	5	26	73		2654,6458
2	10	26	1127		5309,2916
3	5	26	1075		2654,6458
4					0
5					0
6					0
7				0	
8				0	
9				0	
10				0	
Armatura di ripartizione:					
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²	
superiore	5	20	50	1570,7963	
inferiore	5	20	1150	1570,7963	

12.1.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b			1000 mm	
Altezza	h			1200 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	26	73	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s				2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*				73 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		201
Frame		27
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1578,63 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		4,55 E' necessario prevedere armatura a taglio

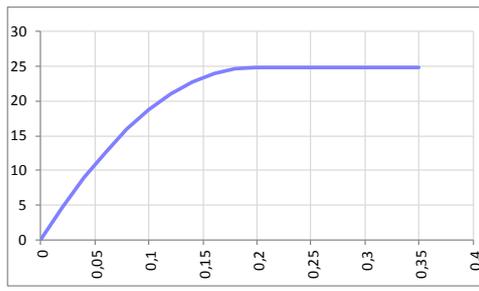
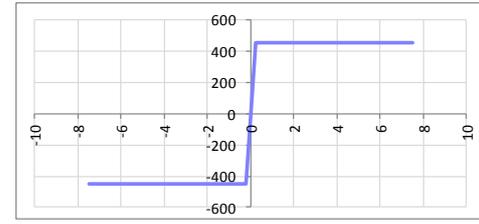
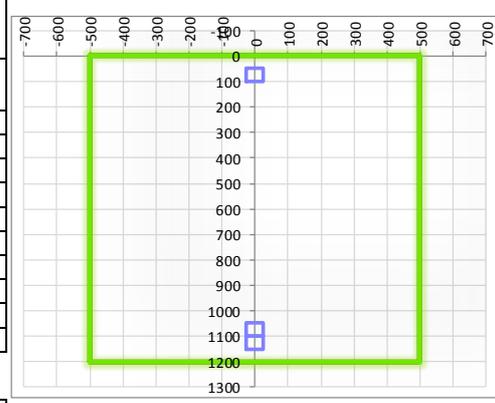
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	40 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1820,34 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3523,59 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1820,34 kN
Verifica		0,87 Verifica soddisfatta

12.1.2.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Ordinarie							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR131	27	0,0	1468,7	0,256	0,300	691,07	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP4	28	0,0	1011,6	-4,55	131,37	-55,25	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR131	28	0,0	1621,4	-7,28	210,55	-88,55	Sezione parzializzata

12.1.3 Soletta inferiore – sezione 1b

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	73	2654,6458
2	5	26	1127	2654,6458
3	5	26	1075	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963

12.1.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1200 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	73	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		73 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		75
Frame		39
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	275,04 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		0,79 Verifica soddisfatta

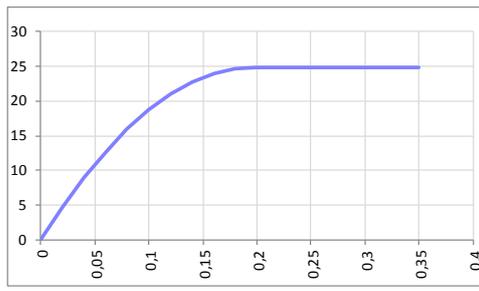
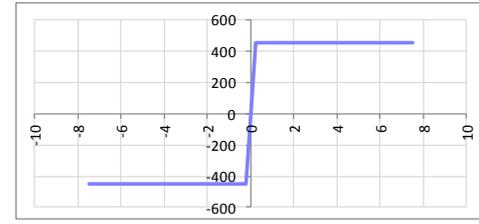
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

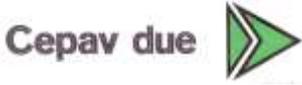
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1527,45 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3577,94 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1527,45 kN
Verifica		0,18 Verifica soddisfatta

12.1.3.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Ordinarie							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR99	39	0,0	703,3	0,170	0,300	636,37	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP2	40	0,0	366,6	-1,91	71,36	-22,15	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR99	40	0,0	742,1	-3,86	144,46	-44,83	Sezione parzializzata

12.1.4 Soletta inferiore – sezione 2

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamento	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	10	26	73	5309,2916
2	5	26	125	2654,6458
3	5	26	1127	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963



12.1.4.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																					
Calcestruzzo																																																																																					
α_{cc}	0,85																																																																																				
γ_c	1,50																																																																																				
f_{cd}	16,60 N/mm ²																																																																																				
$f_{ct,eff}$	2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																			
Acciaio																																																																																					
γ_s	1,15																																																																																				
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																																																				
E_{yd}	0,196 %																																																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																													
184	13	0,0	-2219,5	21087,10	-4155,10	1168,36	-3225,07	69%																																																																													
<u>Sezione:</u>																																																																																					
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 14,11 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -1,82 % d = 1127,00 mm x = 181,88 mm x/d = 0,16		Inferiori N/mm ² N/mm ² % % mm mm mm																																																																															
<u>Dominio M-N</u>																																																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">184,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">13</td> <td style="background-color: #90EE90;">0,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">-2219,5</td> </tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td><td style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	184,0	13	0,0	-2219,5																																																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																		
184,0	13	0,0	-2219,5																																																																																		

12.1.4.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR127	13	0,0	-1665,6	0,298	0,300	-626,61		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	14	0,0	-1180,7	-5,30	153,32	-64,49	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR127	13	0,0	-1665,6	-7,48	216,29	-90,97	Sezione parzializzata	

12.1.5 Piedritto sterno – sezione 3

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamento	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n , breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n , lungo termine =	10,17 = E_s/E_{cm}			
n , verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n , verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	8	26	93	3981,9687
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	24	956	4523,8934
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b			1000 mm	
Altezza	h			1100 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		8	26	93	3982
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s				3982 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*				93 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		335
Frame		45
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	679,47 kN
Taglio	V_{Ed}	889,197 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,40%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,62 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	467,71 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	521,91 kN
Verifica		1,70 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

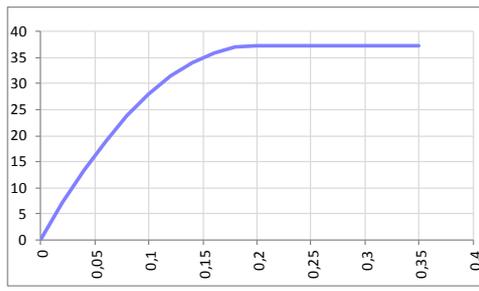
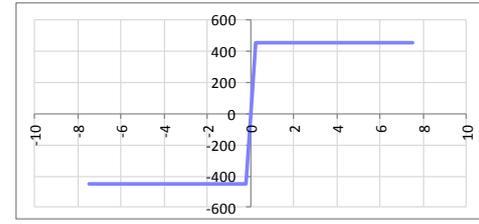
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,029184975
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,029184975
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4935,42 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,89 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.1.5.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR31	45	781,2	1441,1	0,190	0,200	975,67	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	42	842,0	1063,9	-5,86	93,09	-71,17	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR31	42	789,9	1570,5	-8,35	156,48	-99,22	Sezione parzializzata	

12.1.6 Piedritto esterno – sezione 3a

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamento	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n , breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n , lungo termine =	10,17 = E_s/E_{cm}			
n , verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n , verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	8	26	93	3981,9687
2	10	26	1007	5309,2916
3	5	24	956	2261,9467
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.6.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	8	26	93	3982
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		3982 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		455
Frame		47
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	114,76 kN
Taglio	V_{Ed}	793,78 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,40%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,10 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	390,16 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	444,37 kN
Verifica		1,79 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,004929236
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,004929236
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4819,10 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,79 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.1.6.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR99	47	239,3	558,8	Msd<Mf	0,200	813,68	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP2	44	196,7	334,1	-1,90	39,66	-22,23	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR99	44	248,0	674,4	-3,74	88,56	-42,79	Sezione parzializzata

12.1.7 Piedritto esterno – sezione 3b

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamento	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n, lungo termine =	10,17 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	8	26	93	3981,9687
2	10	26	1007	5309,2916
3	5	24	956	2261,9467
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.7.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b			1000 mm	
Altezza	h			1100 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		8	26	93	3982
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s				3982 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*				93 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		635
Frame		57
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	873,34 kN
Taglio	V_{Ed}	448,17 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,40%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,79 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	494,33 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	548,54 kN
Verifica		0,82 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,037512188
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,037512188
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4975,35 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,45 Verifica soddisfatta

12.1.7.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR127	57	684,3	1215,0	0,197	0,200	909,06	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP3	60	636,4	701,4	-4,12	71,17	-49,48	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR127	60	676,3	1275,6	-7,22	155,66	-83,88	Sezione parzializzata

12.1.8 Piedritto esterno – sezione 3c

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm			
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm			
	lungo termine			
	breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	8	26	93	3981,9687
2	10	26	1007	5309,2916
3	5	24	956	2261,9467
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.8.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																						
CRITERI DI VERIFICA																																																																																						
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																						
Calcestruzzo																																																																																						
α_{cc}		0,85																																																																																				
γ_c		1,50																																																																																				
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																																																				
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																			
Acciaio																																																																																						
γ_s		1,15																																																																																				
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																				
E_{yd}		0,196 %																																																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																						
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																														
51S	62	167,2	1047,2	27802,32	-4520,82	2824,87	-1618,05	37%																																																																														
<u>Sezione:</u>																																																																																						
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																																																																
				$\sigma_{c,max}$	=	21,17	N/mm ²																																																																															
				$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²																																																																															
				$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																																																															
				$\epsilon_{s,min}$	=	-2,29	%																																																																															
				d	=	1007,00	mm																																																																															
				x	=	133,41	mm																																																																															
x/d	=	0,13																																																																																				
<u>Dominio M-N</u>																																																																																						
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>51S</td> <td>62</td> <td>167,2</td> <td>1047,2</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="3"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]				51S	62	167,2	1047,2																																																																		
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																															
				51S	62	167,2	1047,2																																																																															

12.1.8.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1100 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	8	26	93	3982
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			3982 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			93 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		515
Frame		59
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	144,98 kN
Taglio	V_{Ed}	383,49 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,40%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,13 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	394,31 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	448,52 kN
Verifica		0,86 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,006227262
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,006227262
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4825,32 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,38 Verifica soddisfatta

12.1.8.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	59	102,0	249,9	Msd<Mf	0,200	784,25	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	62	-22,3	6,4	-----	2,46	0,96	Sezione interamente tesa	
Caratteristica	CAR61	62	94,0	306,2	-1,69	41,29	-19,15	Sezione parzializzata	

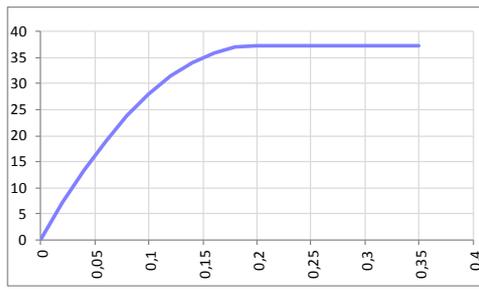
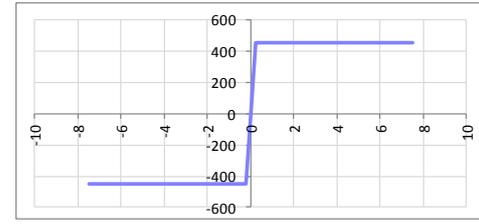
12.1.9 Piedritto esterno – sezione 5

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	8	26	1007	3981,9687
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.9.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR99	56	-47,5	412,2	Msd<Mf	0,200	668,32	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	56	50,3	228,4	-1,58	56,79	-16,22	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR99	56	-47,5	412,2	-2,74	118,57	-26,33	Sezione parzializzata	

12.1.10 Piedritto interno – sezione 4

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n ,lungo termine=	10,60 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	8	20	86	2356,1945
2	8	20	414	2356,1945
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	452	1005,3096

12.1.10.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		500 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	8	20	86	2356
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2356 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		86 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		455
Frame		46
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1380,1 kN
Taglio	V_{Ed}	219,61 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	414 mm
Coefficiente	k	1,70
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,57%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,76 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,47 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	366,84 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	404,68 kN
Verifica		0,54 Verifica soddisfatta

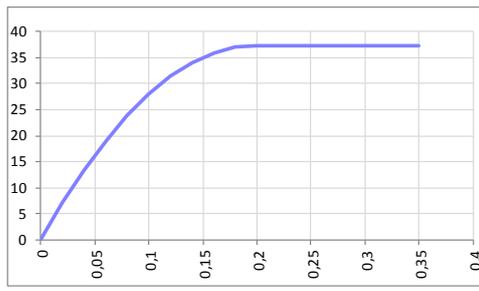
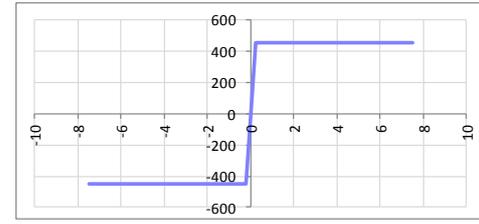
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,130413418
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,130413418
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	561,10 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2228,63 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	561,10 kN
Verifica		0,39 Verifica soddisfatta

12.1.10.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR99	46	1329,2	176,4	Msd<Mf	0,200	252,40	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP2	43	1357,0	91,7	-4,24	-17,36	-53,98	Sezione interamente compressa
Caratteristica	CAR99	43	1333,2	200,0	-6,94	20,81	-78,20	Sezione parzializzata

12.1.11 Piedritto interno – sezione 4a

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n ,lungo termine=	10,60 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	20	86	1570,7963
2	5	20	414	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	452	1005,3096

12.1.11.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}	0,85																																																				
γ_c	1,50																																																				
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																			
Acciaio																																																					
γ_s	1,15																																																				
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																				
E_{yd}	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
57S	61	1357,0	421,0	11811,82	-1229,32	500,31	-500,31	84%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-1,04	%																																															
				d	414,00	mm																																															
				x	103,98	mm																																															
x/d	0,25																																																				
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>57S</td> <td>61</td> <td>1357,0</td> <td>421,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	57S	61	1357,0	421,0																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				57S	61	1357,0	421,0																																														

12.1.11.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		500 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	20	86	1571
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		1571 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		86 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		515
Frame		58
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1257,17 kN
Taglio	V_{Ed}	107,26 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	414 mm
Coefficiente	k	1,70
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,38%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,51 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,47 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	351,57 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	359,92 kN
Verifica		0,30 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,118797071
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,118797071
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	561,10 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2205,73 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	561,10 kN
Verifica		0,19 Verifica soddisfatta

12.1.11.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR61	58	1301,3	154,0	Msd<Mf	0,200	241,72	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP3	61	1292,0	42,9	-3,28	-26,40	-44,44	Sezione interamente compressa
Caratteristica	CAR61	61	1297,7	164,0	-6,15	6,08	-71,83	Sezione parzializzata

12.1.12 Soletta superiore – sezione 6

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	5	26	93	2654,6458
3	5	26	145	2654,6458
4	5	26	1007	2654,6458
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.12.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																			
ϵ_{yd}		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
69S	66	0,0	-1917,7	27436,60	-4155,10	1082,53	-2876,13	67%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Inferiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	=	21,17	N/mm ²	$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²																																										
				$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																										
				$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	=	-2,10	%																																										
				$\epsilon_{s,min}$	=	-2,10	%	d	=	1007,00	mm																																										
				d	=	1007,00	mm	x	=	143,65	mm																																										
				x	=	143,65	mm	x/d	=	0,14																																											
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>69S</td> <td>66</td> <td>0,0</td> <td>-1917,7</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	69S	66	0,0	-1917,7																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				69S	66	0,0	-1917,7																																														

12.1.12.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		74
Frame		67
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1009,42 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	374,40 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	374,43 kN
Verifica		2,70 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,16 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1364,81 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4795,46 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1364,81 kN
Verifica		0,74 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.1.12.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR127	67	0,0	-851,7	0,156	0,200	-684,55		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	66	0,0	-560,8	-3,06	82,74	-34,07	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR127	66	0,0	-1090,6	-5,96	160,90	-66,25	Sezione parzializzata	

12.1.13 Soletta superiore – sezione 8

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	10	26	93	5309,2916
2	10	26	145	5309,2916
3	10	24	196	4523,8934
4	5	26	1007	2654,6458
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.13.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		126
Frame		74
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1260,5 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	374,40 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	374,43 kN
Verifica		3,37 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,16 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1364,81 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4795,46 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1364,81 kN
Verifica		0,92 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.1.13.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	74	0,0	-1617,1	0,194	0,200	-708,77		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	75	0,0	-1203,6	-5,73	106,49	-68,22	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR61	75	0,0	-1756,5	-8,37	155,41	-99,55	Sezione parzializzata	

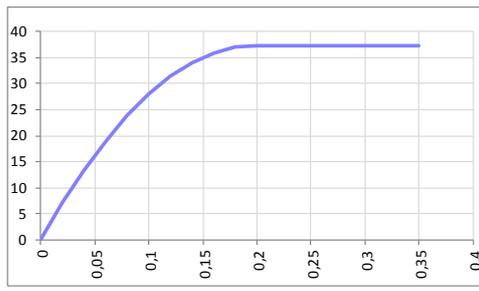
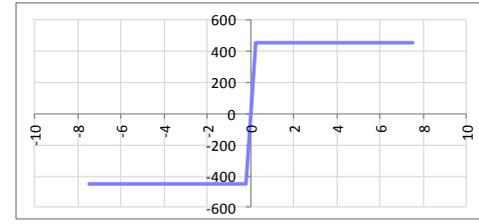
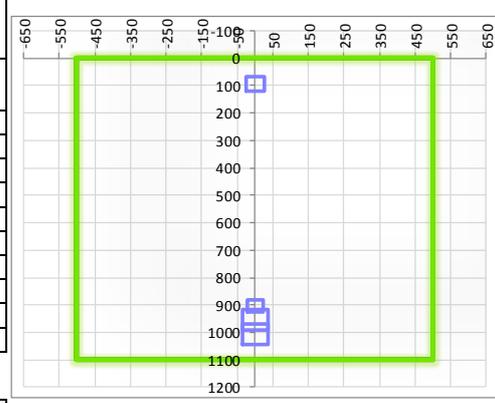
12.1.14 Soletta superiore – sezione 9

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	10	26	93	5309,2916
2	5	26	1007	2654,6458
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.14.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	80	0,0	-395,4	Msd<Mf	0,200	-670,48		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	81	0,0	-55,9	-0,34	11,62	-3,56	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR61	81	0,0	-372,3	-2,27	77,38	-23,69	Sezione parzializzata	

12.1.15 Soletta superiore – sezione 7

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	26	955	5309,2916
4	5	22	905	1900,6636
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.1.15.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR15	70	0,0	1408,0	0,195	0,200	829,41	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	70	0,0	981,8	-4,84	100,13	-56,58	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR15	70	0,0	1408,0	-6,93	143,60	-81,15	Sezione parzializzata	

12.2 Scatolare sotto linea storica

12.2.1 Soletta inferiore – sezione 1

SEZIONE RETTANGOLARE					
CARATTERISTICHE MATERIALI					
Calcestruzzo:					
Classe	C25/30				
R_{ck}	30,00 N/mm ²				
f_{ck}	24,90 N/mm ²				
f_{cm}	32,90 N/mm ²				
f_{ctm}	2,56 N/mm ²				
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²				
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²				
f_{ctm}	3,07 N/mm ²				
E_{cm}	31447,16 N/mm ²				
ϵ_{c2}	0,200 %				
ϵ_{c3}	0,175 %				
ϵ_{c4}	0,070 %				
ϵ_{cu}	0,350 %				
n	2,000				
tipo cemento	N				
Acciaio:					
Classe	B450C				
Tipologia comportament	EL-PL				
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1				
f_{yk}	450 N/mm ²				
f_{tk}	540 N/mm ²				
E_s	200000 N/mm ²				
ϵ_{su}	7,500 %				
Coefficiente di omogeneizzazione:					
n,breve termine	6,06 =Es/Ec				
umidità relativa	75 %				
giorno app. carico	15 giorni				
periodo lungo termine	50 anni				
coefficiente di viscosità	2,09				
n,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm				
n,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine			
n,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE					
Sezione:					
B=	1000 mm				
H=	1200 mm				
Armature:					
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm		As mm ²
1	5	26	73		2654,6458
2	8	26	1127		3981,9687
3	5	26	1075		2654,6458
4					0
5					0
6					0
7				0	
8				0	
9				0	
10				0	
Armatura di ripartizione:					
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²	
superiore	5	20	50	1570,7963	
inferiore	5	20	1150	1570,7963	

12.2.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																			
E_{yd}		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
33S	2	0,0	2066,5	20567,71	-3635,71	2703,61	-1164,18	76%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				Fibre compresse		Superiori																																															
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,35	%																																															
				d	1127,00	mm																																															
				x	146,01	mm																																															
x/d	0,13																																																				
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>33S</td> <td>2</td> <td>0,0</td> <td>2066,5</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	33S	2	0,0	2066,5																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				33S	2	0,0	2066,5																																														

12.2.1.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1200 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	73	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			73 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		74
Frame		3
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1370,07 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		3,95 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1527,45 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3577,94 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1527,45 kN
Verifica		0,90 Verifica soddisfatta

12.2.1.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Ordinarie							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR31	3	0,0	1164,1	0,249	0,300	663,77	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP2	2	0,0	811,2	-3,89	126,22	-46,35	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR31	2	0,0	1406,8	-6,74	218,88	-80,38	Sezione parzializzata

12.2.2 Soletta inferiore – sezione 1a

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	73	2654,6458
2	10	26	1127	5309,2916
3	5	26	1075	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963

12.2.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1200 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	73	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			73 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		201
Frame		26
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1549,5 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		4,47 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1554,34 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3577,40 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1554,34 kN
Verifica		1,00 Verifica soddisfatta

12.2.2.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Ordinarie							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR131	26	0,0	1458,0	0,253	0,300	691,07	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP4	27	0,0	853,7	-3,84	110,85	-46,62	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR131	27	0,0	1598,1	-7,18	207,52	-87,28	Sezione parzializzata

12.2.3 Soletta inferiore – sezione 1b

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	73	2654,6458
2	5	26	1127	2654,6458
3	5	26	1075	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963

12.2.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1200 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	73	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			73 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		74
Frame		37
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	289,85 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1127 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,24%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	346,64 kN
Verifica		0,84 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	27,52 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	14,11 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1527,45 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3577,94 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1527,45 kN
Verifica		0,19 Verifica soddisfatta

12.2.3.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR99	37	0,0	856,2	0,231	0,300	636,37	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	38	0,0	423,0	-2,20	82,34	-25,56	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR99	38	0,0	894,1	-4,65	174,04	-54,02	Sezione parzializzata	

12.2.4 Soletta inferiore – sezione 2

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{ck}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	6,06 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n ,lungo termine=	12,69 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	10	26	73	5309,2916
2	8	26	125	3981,9687
3	5	26	1127	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963

12.2.4.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																			
E_{yd}		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
184	13	0,0	-2180,0	21606,48	-4674,48	1177,66	-3694,99	59%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																															
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²	$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																												
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																												
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	-1,38	%																																												
				$\epsilon_{s,min}$	-1,38	%	d	1127,00	mm																																												
				d	1127,00	mm	x	227,36	mm																																												
				x	227,36	mm	x/d	0,20																																													
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>184,0</td> <td>13</td> <td>0,0</td> <td>-2180,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	184,0	13	0,0	-2180,0																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				184,0	13	0,0	-2180,0																																														

12.2.4.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR127	12	0,0	-1636,4	0,243	0,300	-633,33		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP1	14	0,0	-1036,3	-4,47	117,69	-55,05	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR127	12	0,0	-1636,4	-7,05	185,84	-86,93	Sezione parzializzata	

12.2.5 Piedritto sterno – sezione 3

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	22	957	3801,3271
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.5.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																			
ϵ_{yd}		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
34	40	931,3	2129,9	27885,30	-4603,80	3638,72	-1497,71	59%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	=	21,17	N/mm ²																																														
				$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²																																														
				$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																														
				$\epsilon_{s,min}$	=	-1,38	%																																														
				d	=	1007,00	mm																																														
				x	=	203,53	mm																																														
x/d	=	0,20																																																			
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>34,0</td> <td>40</td> <td>931,3</td> <td>2129,9</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	34,0	40	931,3	2129,9																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				34,0	40	931,3	2129,9																																														

12.2.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		335
Frame		43
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	660,95 kN
Taglio	V_{Ed}	867,4 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,60 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	465,16 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	465,19 kN
Verifica		1,86 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,028389494
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,028389494
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4931,60 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,87 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.2.5.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR31	43	692,1	1356,7	0,195	0,200	927,85	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	40	765,1	907,9	-5,36	83,52	-65,20	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR31	40	700,4	1506,0	-8,50	163,97	-100,58	Sezione parzializzata	

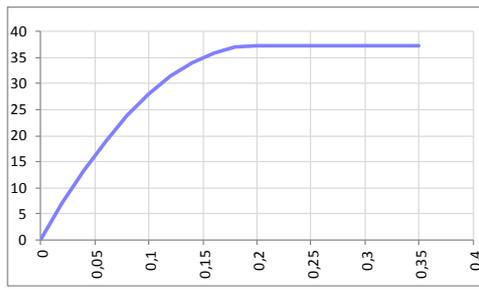
12.2.6 Piedritto esterno – sezione 3a

SEZIONE RETTANGOLARE

CARATTERISTICHE MATERIALI

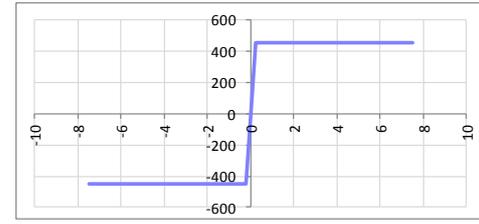
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
R_{ck}	45,00 N/mm ²
f_{ck}	37,35 N/mm ²
f_{cm}	45,35 N/mm ²
f_{ctm}	3,35 N/mm ²
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²
f_{ctm}	4,02 N/mm ²
E_{cm}	34625,49 N/mm ²
ϵ_{c2}	0,200 %
ϵ_{c3}	0,175 %
ϵ_{c4}	0,070 %
ϵ_{cu}	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamento	EL-PL
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1
f_{yk}	450 N/mm ²
f_{tk}	540 N/mm ²
E_s	200000 N/mm ²
ϵ_{su}	7,500 %



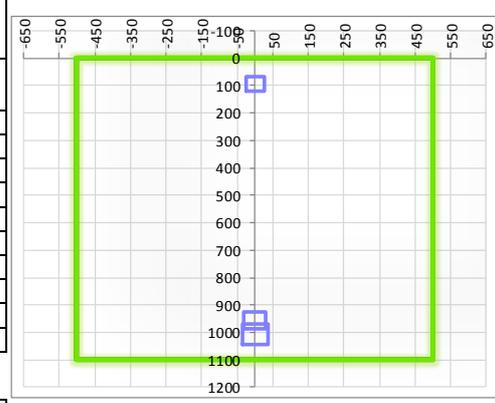
Coefficiente di omogeneizzazione:

n , breve termine	5,50 = E_s/E_c	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,85	
n , lungo termine =	10,17 = E_s/E_{cm}	
n , verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine
n , verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine

CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	1100 mm



Armature:

Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	22	957	3801,3271
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0

Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.6.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}			24,90 N/mm ²																																																		
$f_{ct,eff}$			2,79 N/mm ²		$=f_{ctm} / 1,2$																																																
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}			391,30 N/mm ²																																																		
E_{yd}			0,196 %																																																		
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
45S	42	177,4	1394,0	27885,30	-4603,80	3330,47	-1168,27	42%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	=	21,17	N/mm ²																																														
				$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²																																														
				$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																														
				$\epsilon_{s,min}$	=	-1,73	%																																														
				d	=	1007,00	mm																																														
				x/d	=	0,17																																															
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>45S</td> <td>42</td> <td>177,4</td> <td>1394,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	45S	42	177,4	1394,0																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				45S	42	177,4	1394,0																																														

12.2.6.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1100 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			93 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		455
Frame		45
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	168,78 kN
Taglio	V_{Ed}	806,01 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,15 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	397,58 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	397,60 kN
Verifica		2,03 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

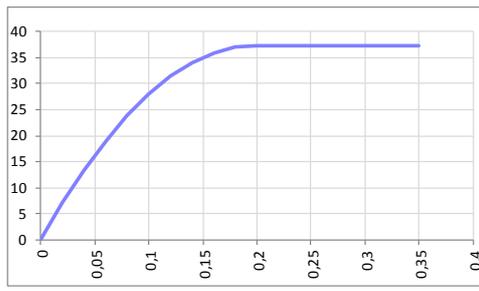
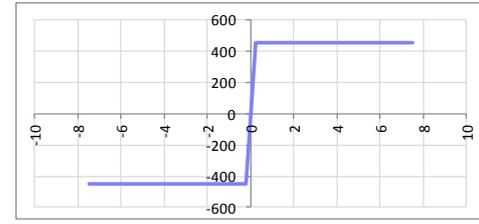
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,007249533
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,007249533
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4830,22 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,80 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.2.6.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR99	45	242,2	653,1	Msd<Mf	0,200	829,81	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	42	193,0	370,1	-2,10	39,33	-25,01	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR99	42	250,5	795,0	-4,40	92,14	-51,36	Sezione parzializzata	

12.2.7 Piedritto esterno – sezione 3b

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	22	957	3801,3271
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.7.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		635
Frame		58
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	764,23 kN
Taglio	V_{Ed}	415,45 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,69 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	479,35 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	479,37 kN
Verifica		0,87 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,032825634
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,032825634
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4952,87 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,41 Verifica soddisfatta

12.2.7.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR127	58	629,1	1191,1	0,160	0,200	914,13	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	61	569,1	604,2	-3,60	53,03	-44,13	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR127	61	621,6	1272,5	-7,20	137,18	-85,41	Sezione parzializzata	

12.2.8 Piedritto esterno – sezione 3c

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	22	957	3801,3271
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.8.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}		0,85																																																			
γ_c		1,50																																																			
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s		1,15																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																			
E_{yd}		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
51S	63	141,1	881,6	27885,30	-4603,80	3315,14	-1152,38	27%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-1,75	%																																															
				d	1007,00	mm																																															
				x	167,92	mm																																															
x/d	0,17																																																				
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>51S</td> <td>63</td> <td>141,1</td> <td>881,6</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	51S	63	141,1	881,6																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				51S	63	141,1	881,6																																														

12.2.8.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		515
Frame		60
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	111,89 kN
Taglio	V_{Ed}	376,3 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,10 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	389,77 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	389,79 kN
Verifica		0,97 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,004805962
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,004805962
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1002,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4818,51 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1002,72 kN
Verifica		0,38 Verifica soddisfatta

12.2.8.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR61	60	128,3	383,2	Msd<Mf	0,200	804,99	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP3	63	-18,7	87,2	-0,44	12,38	-4,87	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR61	63	120,8	461,4	-2,53	54,65	-29,44	Sezione parzializzata

Doc. N.

Progetto
INOR

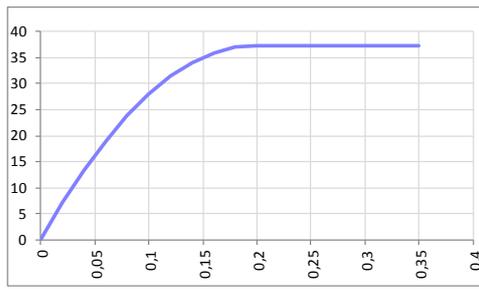
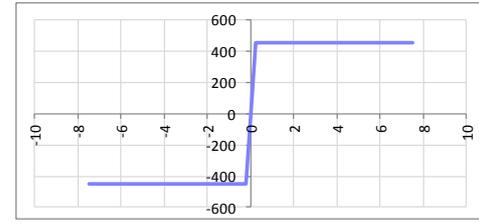
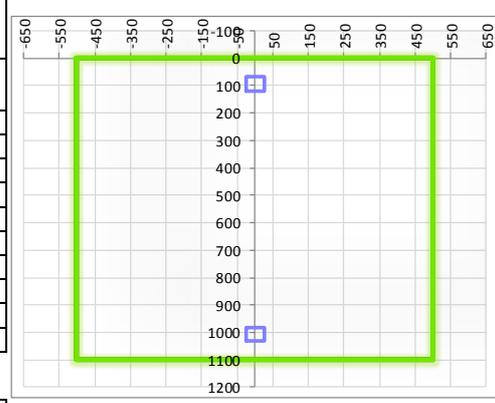
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
159 di 193

12.2.9 Piedritto esterno – sezione 5

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamento	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n , breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n , lungo termine =	10,17 = E_s/E_{cm}			
n , verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n , verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	5	26	1007	2654,6458
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.9.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR99	57	-77,3	447,9	Msd<Mf	0,200	632,61	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	57	83,0	260,1	-2,09	90,81	-20,11	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR99	57	-77,3	447,8	-3,46	195,72	-29,03	Sezione parzializzata	

12.2.10 Piedritto interno – sezione 4

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n ,lungo termine=	10,60 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	5	20	86	1570,7963
2	5	20	414	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	452	1005,3096

12.2.10.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		500 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	20	86	1571
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		1571 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		86 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		455
Frame		44
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1217,53 kN
Taglio	V_{Ed}	147,45 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	414 mm
Coefficiente	k	1,70
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,38%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,44 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,47 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	346,65 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	355,00 kN
Verifica		0,42 Verifica soddisfatta

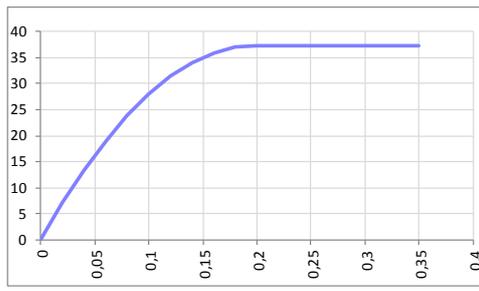
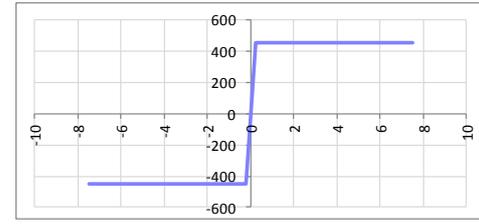
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,115051264
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,115051264
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	561,10 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2198,35 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	561,10 kN
Verifica		0,26 Verifica soddisfatta

12.2.10.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO								
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)						
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	Molto aggressive							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	Poco sensibile							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	CAR99	44	1139,4	157,1	Msd<Mf	0,200	227,89	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP2	41	1175,8	61,3	-3,46	-19,32	-45,15	Sezione interamente compressa
Caratteristica	CAR99	41	1143,2	175,5	-6,52	25,50	-72,15	Sezione parzializzata

12.2.11 Piedritto interno – sezione 4a

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n ,lungo termine=	10,60 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	86	1570,7963
2	5	20	414	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	452	1005,3096

12.2.11.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			500 mm
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	20	86	1571
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s			1571 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			86 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		515
Frame		59
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1053,79 kN
Taglio	V_{Ed}	63,26 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	414 mm
Coefficiente	k	1,70
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,38%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,11 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,47 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	326,31 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	334,66 kN
Verifica		0,19 Verifica soddisfatta

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,099578549
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,099578549
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	561,10 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2167,84 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	561,10 kN
Verifica		0,11 Verifica soddisfatta

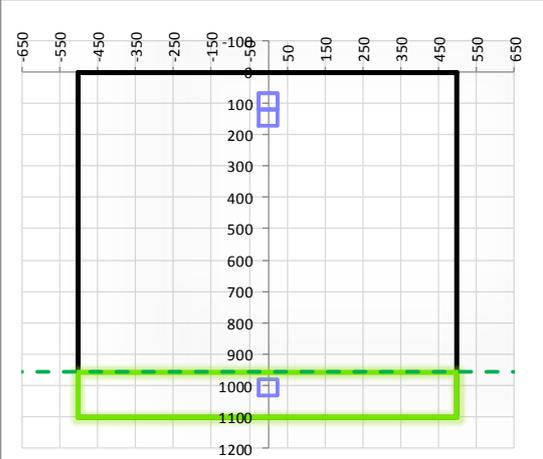
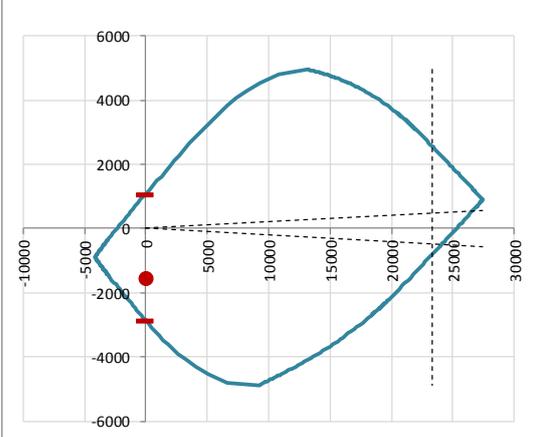
12.2.11.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	59	1128,4	143,4	Msd<Mf	0,200	226,94	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	62	1119,5	26,9	-2,62	-25,03	-36,36	Sezione interamente compressa	
Caratteristica	CAR61	62	1125,0	152,8	-5,68	11,17	-65,21	Sezione parzializzata	

12.2.12 Soletta superiore – sezione 6

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 = E_s/E_{cm}			
n ,verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n ,verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	5	26	93	2654,6458
3	5	26	145	2654,6458
4	5	26	1007	2654,6458
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.12.1 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}	0,85																																																				
γ_c	1,50																																																				
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																			
Acciaio																																																					
γ_s	1,15																																																				
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																				
E_{yd}	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
69S	67	0,0	-1532,6	27436,60	-4155,10	1082,53	-2876,13	53%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Inferiori</u>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,10	%																																															
				d	1007,00	mm																																															
				x	143,65	mm																																															
x/d	0,14																																																				
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>69S</td> <td>67</td> <td>0,0</td> <td>-1532,6</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	69S	67	0,0	-1532,6																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				69S	67	0,0	-1532,6																																														

12.2.12.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1100 mm	
Barre tese	numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1	5	26	93	2655
strato2	0	0	0	0
strato3	0	0	0	0
strato4	0	0	0	0
strato5	0	0	0	0
Area barre tese	A_s		2655 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		93 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		74
Frame		68
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1126,98 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	374,40 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	374,43 kN
Verifica		3,01 <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

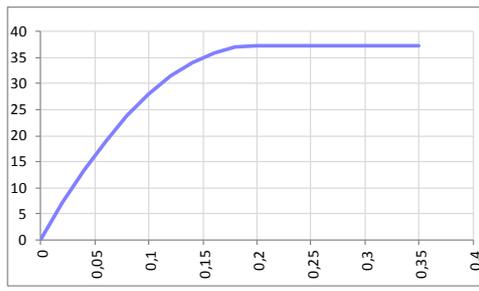
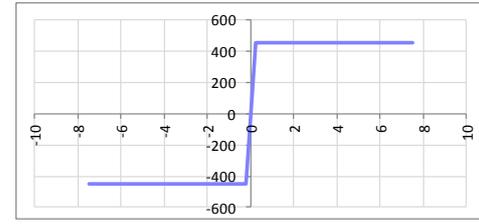
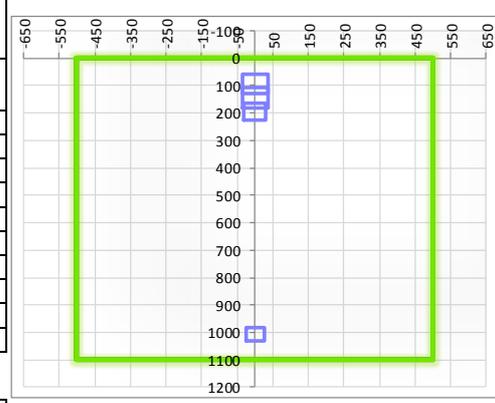
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,16 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1364,81 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4795,46 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1364,81 kN
Verifica		0,83 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.2.12.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR127	68	0,0	-912,2	0,174	0,200	-684,55		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	67	0,0	-506,7	-2,77	74,75	-30,78	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR127	67	0,0	-1125,8	-6,15	166,08	-68,39	Sezione parzializzata	

12.2.13 Soletta superiore – sezione 8

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	10	26	93	5309,2916
2	10	26	145	5309,2916
3	10	22	195	3801,3271
4	5	26	1007	2654,6458
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963
				

12.2.13.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1100 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	26	93	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	2655 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	93 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		126
Frame		76
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1345,37 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1007 mm
Coefficiente	k	1,45
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	374,40 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	374,43 kN
Verifica		3,59 E' necessario prevedere armatura a taglio

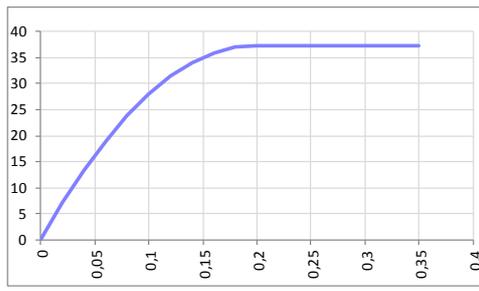
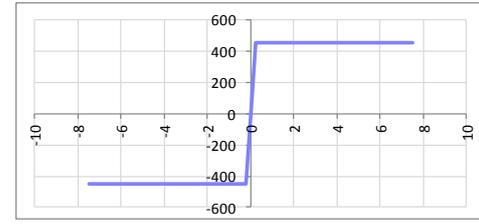
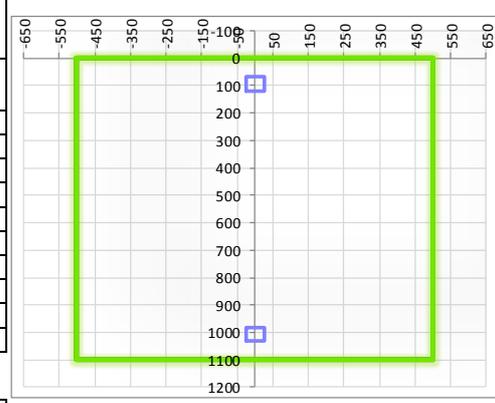
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,16 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	769,69 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1364,81 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4795,46 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1364,81 kN
Verifica		0,99 Verifica soddisfatta

12.2.13.3 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	76	0,0	-1569,2	0,195	0,200	-707,15		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	77	0,0	-1025,7	-4,93	94,09	-58,38	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR61	77	0,0	-1690,3	-8,12	155,05	-96,20	Sezione parzializzata	

12.2.14 Soletta superiore – sezione 9

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n ,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n ,lungo termine=	10,17 =Es/Ecm			
n ,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n ,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	5	26	1007	2654,6458
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.14.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR61	81	0,0	-570,7	Msd<Mf	0,200	-647,81		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP3	82	0,0	-151,3	-1,19	61,37	-10,53	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR61	82	0,0	-550,1	-4,33	223,22	-38,30	Sezione parzializzata	

12.2.15 Soletta superiore – sezione 7

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_u/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,85			
n, lungo termine=	10,17 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1100 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	26	93	2654,6458
2	10	26	1007	5309,2916
3	10	26	955	5309,2916
4	5	20	906	1570,7963
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

12.2.15.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR15	71	0,0	1370,7	0,193	0,200	825,00	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP2	71	0,0	851,6	-4,21	88,57	-49,19	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR15	71	0,0	1370,7	-6,78	142,56	-79,17	Sezione parzializzata	

12.3 Cordoli laterali

12.3.1 Calcolo delle sollecitazioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC 2008 par. 5.2.2.1.1, per quanto riguarda i ponti ferroviari è necessario prevedere le azioni associate all'introduzione di barriere antirumore; pertanto, si verifica che il cordolo previsto sul lato Sud della soletta superiore, di larghezza pari a 90cm e altezza 50cm, sia in grado di resistere alle sollecitazioni derivanti dalle barriere antirumore su di esso previste, la cui altezza è pari a 6.75m.

Su tali elementi agiscono sia gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari, definiti al punto 5.2.2.7, sia l'azione del vento, definita al punto 5.2.2.5.1.

Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche, in riferimento al caso di superfici verticali parallele al binario, per una distanza $a_g = 4.30$ m ed una velocità di progetto $v = 300$ km/h, si ottiene un valore caratteristico dell'azione pari a:

$$q_k = \mathbf{0.65 \text{ kPa}}$$

A favore di sicurezza, non vengono applicati i coefficienti riduttivi dipendenti dalla sagoma del treno.

Per quanto riguarda l'azione del vento, in riferimento al paragrafo 3.3 delle NTC, per una Zona 1, categoria di esposizione del sito IV e coefficiente di rugosità B, si ottiene:

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad (a_s = 116.40\text{m} < a_0 = 1000 \text{ m per la Zona 1})$$

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 0.5 \times 1.25 \text{ kg/m}^3 \times 25^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 390.62 \text{ N/m}^2$$

$$c_e (z_{\min} = 8\text{m}) = 1.634 \quad (k_r = 0.22; c_t = 1; z = 6.75\text{m} < z_{\min} = 8\text{m})$$

$$c_p = 0.8$$

$$c_d = 1.0$$

$$p_{\text{vento}} = 390.62 \times 1.634 \times 0.80 \times 1.00 = 510.62 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0.51 \text{ kPa}}$$

Per quanto riguarda gli SLU, le azioni vengono combinate come indicato al punto 5.2.3.3.1, mentre per quanto riguarda gli SLE le azioni vengono combinate come indicato al punto 5.2.3.3.2 delle NTC.

In considerazione del valore delle due azioni agenti e dei rispettivi coefficienti di sicurezza e di combinazione, la combinazione più sfavorevole agli SLU di tipo A1-STR risulta:

$$q = 1.50 \times p_{\text{vento}} + 1.50 \times 0.80 \times q_{k,\text{aero}} = 1.545 \text{ kPa}$$

Considerando un'altezza di barriera di 6.75m, le azioni alla base del cordolo sono quindi pari a:

$$M_{\text{Ed}} = 1.545 \times (6.75 + 0.40)^2 / 2 = 39.49 \text{ kNm/m}$$

$$V_{\text{Ed}} = 1.545 \times (6.75 + 0.40) = 11.05 \text{ kN/m}$$

Per quanto riguarda gli SLE, la combinazione rara più sfavorevole risulta la seguente:

$$q = p_{\text{vento}} + 0.80 \times q_{k,\text{aero}} = 1.03 \text{ kPa}$$

Considerando un'altezza di barriera di 6.75m, le azioni sul cordolo sono quindi pari a:

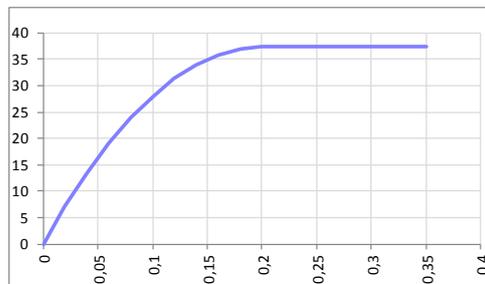
$$M = 1.03 \times (6.75 + 0.40)^2 / 2 = 26.33 \text{ kNm/m}$$

Caratteristiche geometriche della sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI

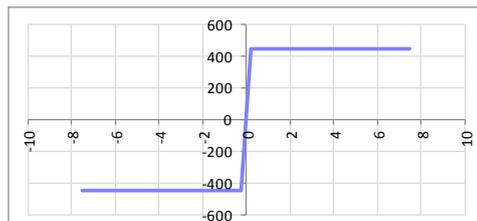
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
R_{ck}	45,00 N/mm ²
f_{ck}	37,35 N/mm ²
f_{cm}	45,35 N/mm ²
f_{ctm}	3,35 N/mm ²
$f_{ctk,0,05}$	2,35 N/mm ²
$f_{ctk,0,95}$	4,36 N/mm ²
f_{ctm}	4,02 N/mm ²
E_{cm}	34625,49 N/mm ²
ϵ_{c2}	0,200 %
ϵ_{c3}	0,175 %
ϵ_{c4}	0,070 %
ϵ_{cu}	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportament	EL-PL
$k = (f_u/f_y)_k$	1
f_{yk}	450 N/mm ²
f_{tk}	540 N/mm ²
E_s	200000 N/mm ²
ϵ_{su}	7,500 %



Coefficiente di omogeneizzazione:

n, breve termine	5,50 = E_s/E_c	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,87	
n, lungo termine =	10,26 = E_s/E_{cm}	
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine

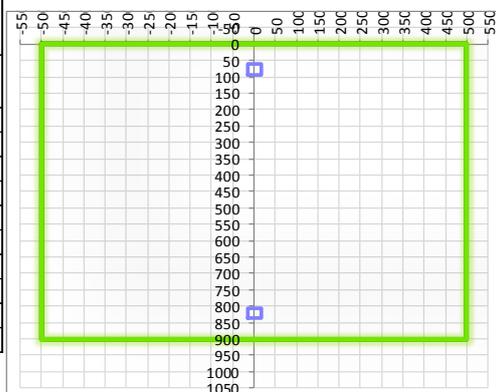
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	900 mm

Armature:

Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	78	1005,3096
2	5	16	822	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	10	65	392,69908
inferiore	5	10	835	392,69908

12.3.3 Verifica allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	900 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	16	78	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	1005 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	78 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	11,05 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	822 mm
Coefficiente	k	1,49
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,12%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,39 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	320,84 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	320,84 kN
Verifica		0,03 Verifica soddisfatta

12.3.4 Verifiche allo stato limite di esercizio

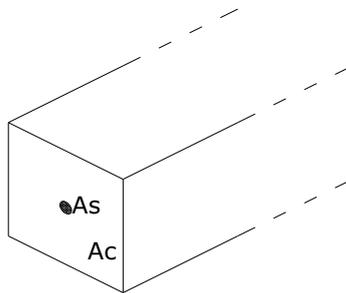
SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	σ_{c,max}	σ_{s,max}					
Combinazione	σ_c / fck	σ_s / fyk	[N/mm²]	[N/mm²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica			0,0	26,3	Msd<Mf	0,200	403,02	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	σ_{c,min}	σ_{s,max}	σ_{s,min}		
			[kN]	[kNm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]		
Quasi permanente			0,0	26,3	-0,45	33,86	-2,93	Sezione parzializzata	
Caratteristica			0,0	26,3	-0,45	33,86	-2,93	Sezione parzializzata	

12.4 Verifica effetti longitudinali da ritiro

Vengono discussi brevemente gli effetti dovuti al ritiro nel calcestruzzo che provocano stati interni di coazione con l'armatura. Scopo della trattazione è quello di verificare l'armatura minima longitudinale nella soletta superiore dello scatolare.

12.5 Coazioni interne dovute ai fenomeni di ritiro

Per il calcolo delle coazioni interne dovute ai fenomeni di ritiro si consideri una sezione di area unitaria A_c con un'unica barra di armatura di area A_s come rappresentato nell'immagine sottostante:



Si assumono le seguenti ipotesi:

- perfetta aderenza tra calcestruzzo ed acciaio;
- deformata piana della sezione in calcestruzzo;
- comportamento del calcestruzzo e dell'acciaio elastico e lineare.

Le equazioni di equilibrio, congruenza e legame dell'insieme calcestruzzo + acciaio che governano il fenomeno sono:

- $N_c + N_s = 0$ (equazione di equilibrio)
- $\varepsilon_r = \varepsilon_s - \varepsilon_c$ (equazione di congruenza)
- $N_c = A_c \sigma_c = A_c E_c \varepsilon_c$ (equazione legame costitutivo del calcestruzzo)
- $N_s = A_s \sigma_s = A_s E_s \varepsilon_s$ (equazione legame costitutivo dell'acciaio)

Sostituendo le equazioni di legame in quella di equilibrio ed esprimendo la deformazione del calcestruzzo in funzione di quella dell'acciaio si ha:

$$N_s = -N_c = A_s E_s A_c E_c \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c)$$

Il comportamento viscoso del calcestruzzo viene considerato attraverso l'abbattimento del modulo elastico, pertanto è necessario sostituire il valore di E_c con E_c^* . La tensione sull'acciaio e sul calcestruzzo risultano quindi pari a:

$$\sigma_s = A_c E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

$$\sigma_c = -A_s E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

12.6 Calcolo delle sollecitazioni longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari a $2 \times A/u = 2 \times H = 220$ cm, ed un calcestruzzo C35/45 classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 110 \text{ cm}$$

$$A_{s, \text{long}} = 1 + 1 \phi 20/20 = 3142 \text{ mm}^2$$

$$E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$$

Deformazione da ritiro:

$$\text{U.R.} = 75\%$$

$$\epsilon_{ca}(t=\infty) = 2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 45 - 10) \times 10^{-6} = 0.068 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{cd}(t=\infty) = k_h \times \epsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.30 \text{ ‰} = 0.21 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C35/45 classe N, U.R.}=75\%)$$

$$\epsilon_r = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} = 0.278 \text{ ‰}$$

A favore di sicurezza, si assume comunque una deformazione $\epsilon_r = 0.400 \text{ ‰}$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t=\infty) = 2.5$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

$$E_c^* = E_c / (1 + \phi) = 9893 \text{ N/mm}^2.$$

Tensioni nei materiali:

$$\sigma_s = (1000 \times 1100) \times 9893 \times 210000 \times 0.00040 / (3142 \times 210000 + 1000 \times 1100 \times 9893) = 79.20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = -3142 \times 9893 \times 210000 \times 0.00040 / (3142 \times 210000 + 1000 \times 1100 \times 9893) = -0.23 \text{ N/mm}^2.$$

La sollecitazione sul calcestruzzo risulta molto inferiore rispetto alla resistenza a trazione e quindi non porta a fessurazione il calcestruzzo; la sollecitazione sull'acciaio risulta modesta ed accettabile per le normali condizioni di esercizio della struttura.

13. VERIFICHE DI DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE

13.1 Inflessione nel piano verticale dell'impalcato

In base a quanto indicato nelle Istruzioni FS, nonché nel D.M. 14.01.08, considerando la presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico, e considerando la variazione di temperatura lineare lungo l'altezza dell'impalcato pari a $\pm 2.5^\circ$ centigradi, il massimo angolo di rotazione θ_{max} all'estremità dell'impalcato dovrà risultare inferiore a $\theta_{amm} = 3.5 \cdot 10^{-3}$ rad (essendo il manufatto a una sola campata ed assumendo la rotazione massima consentita per i manufatti a due binari). Per quanto riguarda le rotazioni attribuibili alla presenza del treno di carico LM71, si sono considerate le Combinazioni Elementari costituite dal carico centrato (Load 10) e si sono valutate le rotazioni sui nodi estremi della soletta superiore depurate della rototraslazione rigida della struttura. Inoltre lo spostamento orizzontale, conseguente all'inflessione per effetto dei carichi accidentali verticali del piano di posa del ballast, dovrà risultare non superiore ad 8.0 mm.

13.1.1 Scatolare sotto linea IC

Nodo 74:

- Rotazione prodotta dal treno di carico LM71 centrato

$$\theta_{acc, cen} = 1.3 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

- Rotazione prodotta dalla variazione termica lineare lungo l'altezza dell'impalcato

$$\theta_{\Delta t} = \pm 1.25 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

- Rotazione complessiva

Il massimo angolo di rotazione all'estremità della soletta superiore, dovuto alla presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico, e alla variazione lineare di temperatura lungo l'altezza dell'impalcato, vale, a meno del segno:

$$\theta_{tot} = \theta_{acc, cen} + \theta_{\Delta t} = 1.31 \times 10^{-4} \text{ rad} \ll \theta_{amm} = 3.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

- Spostamento orizzontale del piano di posa del ballast

$$\delta = \theta_{tot} \times H = 1.31 \times 10^{-4} \times (1100/2 + 400) = 0.125 \text{ mm} (< 8.0 \text{ mm})$$

13.1.2 Scatolare sotto linea storica

Nodo 75:

- Rotazione prodotta dal treno di carico LM71 centrato

$$\theta_{acc, cen} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

- Rotazione prodotta dalla variazione termica lineare lungo l'altezza dell'impalcato

$$\theta_{\Delta t} = \pm 7.27 \times 10^{-7} \text{ rad}$$

- Rotazione complessiva

Il massimo angolo di rotazione all'estremità della soletta superiore, dovuto alla presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico, e alla variazione lineare di temperatura lungo l'altezza dell'impalcato, vale, a meno del segno:

$$\theta_{tot} = \theta_{acc, cen} + \theta_{\Delta t} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ rad} \ll \theta_{amm} = 3.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

- *Spostamento orizzontale del piano di posa del ballast*

$$\delta = \theta_{\text{tot}} \times H = 1.6 \times 10^{-4} \times (1100/2 + 400) = 0.153 \text{ mm} (< 8.0 \text{ mm})$$

13.2 Stato limite di comfort dei passeggeri

La verifica viene eseguita in base a quanto indicato nelle Istruzioni FS, considerando la presenza del treno di carico LM71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico. Cautelativamente si considera il carico elementare Load 12.

13.2.1 Scatolare sotto linea IC

- *Freccia limite ammissibile (velocità del treno $V > 250\text{km/h}$, numero di campate $n = 1$)*

$$\delta_{\text{lim}} = \alpha \times 1/2400 \times L = 1.5 \times 1/2400 \times 10745 = 6.71 \text{ mm}$$

- *Freccia massima dell'impalcato prodotta dal treno LM71*

$$\delta_{\text{max}} = 0.9 \text{ mm (traslazione verticale nodo 69)} < \delta_{\text{lim}} = 6.71 \text{ mm.}$$

13.2.2 Scatolare sotto linea storica

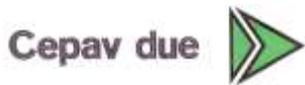
- *Freccia limite ammissibile (velocità del treno $V > 250\text{km/h}$, numero di campate $n = 1$)*

$$\delta_{\text{lim}} = \alpha \times 1/2400 \times L = 1.5 \times 1/2400 \times 10400 = 6.50 \text{ mm}$$

- *Freccia massima dell'impalcato prodotta dal treno LM71*

$$\delta_{\text{max}} = 1.10 \text{ mm (traslazione verticale nodi 70)} < \delta_{\text{lim}} = 6.50 \text{ mm.}$$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 00 001

Rev.
A

Foglio
193 di 193

14. RIFERIMENTI

14.1 Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° IN0R 11 E E2 RB SLZ1 00 001, intitolato "RELAZIONE GEOTECNICA SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMP A PK 149+888,702".

Rif. [2] Cepav due, documento n° IN0R 11 E E2 CL SLZ1 00 002, intitolato "SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMP A PK 149+888,702 - ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI IC VR MERCI E L.S. - TABULATI DI CALCOLO".

14.2 Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

14.3 Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.