

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

NODO INTERMODALE DI BRINDISI
INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE
RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA
NAZIONALE

OOCC MINORI

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

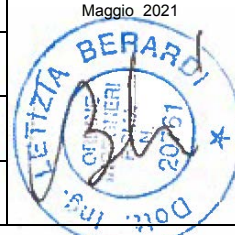
SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 7 L 0 0 D 1 0 C L S L 0 1 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L.Dinelli	Maggio 2020	A.Ciavarella	Maggio 2020	T.Paoletti	Maggio 2020	L.Berardi Maggio 2021
B	Emissione Esecutiva	L.Dinelli	Maggio 2021	A.Ciavarella	Maggio 2021	T.Paoletti	Maggio 2021	L.Berardi Maggio 2021



File : IA7L00D10CLSL0100001A.doc

n. Elab.:

Indice

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	NORMATIVA	6
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	7
3	UNITA' DI MISURA.....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	8
4.1	CALCESTRUZZO	8
4.2	ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO.....	10
6	SEZIONE SCATOLARE	10
6.1	GEOMETRIA E DATI DI INPUT	10
6.2	MODELLO DI CALCOLO	11
6.3	ANALISI DEI CARICHI	13
6.3.7	CARICHI VARIABILI	14
6.3.8	FRENATURA E AVVIAMENTO	16
6.3.9	AZIONI CLIMATICHE.....	16
6.3.10	AZIONI SISMICHE.....	18
6.4	CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI	21
6.5	VERIFICHE STR.....	27
6.5.1	SOLETTA SUPERIORE – NODO CON PIEDRITTO	33
6.5.2	SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA.....	37
6.5.3	PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA SUPERIORE	40
6.5.4	PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA INFERIORE	44
6.5.5	PIEDRITTO – MEZZERIA.....	48
6.5.6	SOLETTA INFERIORE – NODO CON PIEDRITTO	52
6.5.7	SOLETTA INFERIORE – MEZZERIA	56
6.6	VERIFICHE GEO.....	61
6.6.1	VERIFICA STATICA	63
6.6.2	VERIFICA SISMICA	67

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	3 di 71

7 INCIDENZE 71

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	5 di 71

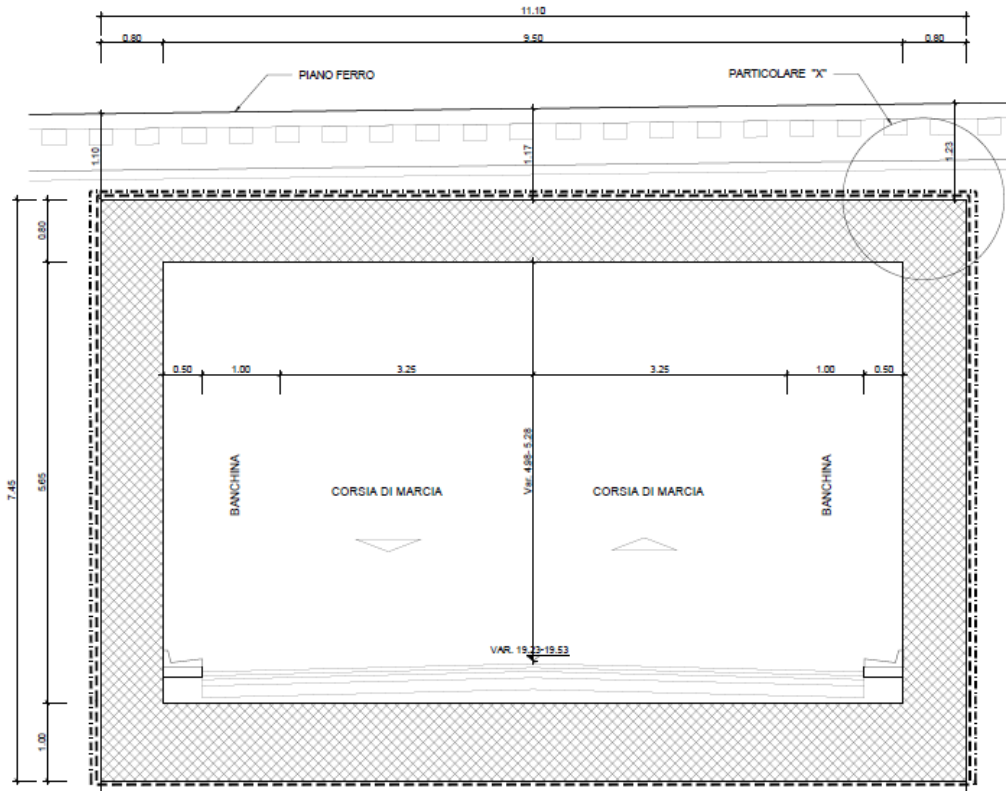


Figura 2 – Sezione trasversale

Il manufatto è costituito da una struttura scatolare in conglomerato cementizio armato gettato in opera. Si procede di seguito al dimensionamento e alla verifica della struttura dello scatolare nella sezione trasversale in asse al binario.

2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa**

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 ” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020- “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI”.
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	8 di 71

3 UNITA' DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

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

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

4.1 CALCESTRUZZO

Elevazione

Classe di resistenza = C32/40

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

R_{ck} = resistenza cubica = 40.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = $0.83 \cdot R_{ck} = 33.2$ N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8 = 41.2$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \cdot f_{ctm} = 3.72$ N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 \cdot f_{ctm} = 2.60$ N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e $0.40 f_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33642.8$ N/mm²

Fondazione

Classe di resistenza = C28/35

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

R_{ck} = resistenza cubica = 35.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = $0.83 \cdot R_{ck} = 29.05$ N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8 = 37.05$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.83$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \cdot f_{ctm} = 3.40$ N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 \cdot f_{ctm} = 2.38$ N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e $0.40 f_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 32588.11$ N/mm²

4.2 ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE

Tipo = B 450 C

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	9 di 71

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

$f_{y\ nom}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

$f_{t\ nom}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

$f_{yk\ min}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

$f_{tk\ min}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

$(f_t/f_y)_{k\ min}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k\ max}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y\ nom})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

$(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

$\emptyset < 12\ mm$ → 4 \emptyset ;

$12 \leq \emptyset \leq 16\ mm$ → 5 \emptyset ;

$16 < \emptyset \leq 25\ mm$ → 8 \emptyset ;

$25 < \emptyset \leq 40\ mm$ → 10 \emptyset .

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

L'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio ha condotto alla definizione dei seguenti valori dei parametri meccanici per i terreni tipo individuati:

Unità	γ	φ'	c'	c_u	OCR	C_s	C_c	G_0	E_{op}	k_v
	kN/m ³	(°)	(kPa)	(kPa)				(MPa)	(MPa)	
Ls(ms)	19	26÷30	0÷5	60÷120	3,0	0,035	0,190	35÷45	9÷11	1E-07
SL	19	32÷35	0	-	1,0	-	-	0 ÷ 100 fino a 4.5 m da pc 85 ÷ 110 oltre 4.5 m da pc	18 ÷ 25 fino a 4.5 m da pc 21 ÷ 28 oltre 4.5 m da pc	1E-06
LS(ga)	19.5	28÷30	5÷10	50÷100	2,0÷3,0	0,036	0,228	110÷150	28÷38	1E-07
AL	20	24÷28	10÷20	$0,22\sigma'_v OCR^{0,8}$ (OCR=2)	1,0÷2,0	0,045	0,183	$G_0 = 85 \cdot (\sigma'_v/p_a)^{0,65}$ (falda considerata al p.c.)	$(2,5 \cdot G_0) / 10$	1E-09
Cal	21	32÷35	0	-	-	-	-	-	100	1E-06

I dati della falda libera che sono stati rilevati indicano un livello piezometrico che si attesta a circa 6.0 m dal piano campagna, pertanto la stessa non interferisce con la fondazione del sottovia.

Il sottovia si fonda sul primo strato L(s).

6 SEZIONE SCATOLARE

6.1 GEOMETRIA E DATI DI INPUT

Si procede al dimensionamento della struttura dello scatolare facendo riferimento ad una struttura piana che descrive una striscia larga 1.00 m. Lo spessore della soletta superiore e dei piedritti è pari a 0.80 m, quello del solettone di fondo è pari a 1.00 m. Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del Piano del Ferro e l'estradosso della soletta superiore, si assume pari a circa 1.30 m. Poiché l'opera ricade in zona sismica, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma così come riportato nei capitoli successivi.

Caratteristiche geometriche e di carico dello scatolare:

dati di input

h (m)	5.65	altezza netta interna
l (m)	9.50	larghezza netta interna
b (m)	1	profondità striscia di telaio
s_i (m)	1	spessore soletta inferiore
s_p (m)	0.8	spessore piedritti
s_s (m)	0.8	spessore soletta superiore

dati rilevato ferroviario

s_r (m)	0.3	spessore ricoprimento (escluso ballast)
-----------	-----	---

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	11 di 71

γ_r (kN/m ³)	20	peso di volume ricoprimento/rilevato
s_m (m)	0	spessore massetto pendenze
γ_m (kN/m ³)	24	peso di volume massetto pendenze
γ_b (kN/m ³)	18	peso di volume ballast
s (m)	0.8	spessore armamento (inclusa traversina)
L_{trasv} (m)	2.4	larghezza traversina
L_{long} (m)	0.3	lunghezza traversina

6.2 MODELLO DI CALCOLO

Come modello di calcolo (si vedano le Figure successive) si è assunto lo schema statico di telaio chiuso analizzato attraverso un'analisi elastico – lineare attraverso il programma di calcolo agli Elementi Finiti SAP2000 v.21.0.2 della Computers and Structures.

La mesh (si vedano le Figure seguenti) è composta da 13 beam elements e da 13 nodi. Tale telaio viene descritto attraverso le linee d'asse delle singole membrature e, pertanto, le aste del modello avranno lunghezza pari alla dimensione netta interna maggiorate della metà degli spessori delle aste adiacenti.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

E (kN/m ²)	10000	modulo di Young terreno di fondazione
b_t (m)	11.1	dimensione trasversale dell'opera
b_l (m)	1	dimensione longitudinale dell'opera
k_s (kN/m ³)	2673	costante di sottofondo (formulazione di Vogt)
k_1 (kN/m)	2753	rigidezza molle centrali
k_2 (kN/m)	4891	rigidezza molle spigolo
k_3 (kN/m)	4130	rigidezza molle laterali

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno – struttura.

Considerando un numero fisso e pari ad 11 di molle elastiche, la caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b_t^2 \cdot b_l}} \text{ dove:}$$

k_s = costante di sottofondo [F/L³]

b_t = dimensione trasversale dell'opera

b_l = dimensione longitudinale dell'opera

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	12 di 71

E = modulo di Young del terreno di fondazione

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

$$k_s = 2673 \text{ kN/m}^3$$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$k_{\text{centrale}} = k_s \cdot (L_p/2 + L_{\text{int}} + L_p/2)/10$$

$$K7, \dots, K11 = 2753 \text{ kN/m}$$

I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K1 = K3 = 2 \cdot k_s \cdot [(L_p/2 + L_{\text{int}} + L_p/2)/10/2 + (L_p/2)] = 4891 \text{ kN/m}$$

ed infine in valori delle molle nei nodi 5, 6, 12 e 13 come da letteratura si assumono:

$$K5 = K6 = K12 = K13 = 1.5 \cdot k_{\text{centrale}} = 4130 \text{ kN/m}$$

Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare $b \times h = 1.00 \times 0.80 \text{ m}$ per la soletta superiore
- una sezione rettangolare $b \times h = 1.00 \times 1.00 \text{ m}$ per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare $b \times h = 1.00 \times 0.80 \text{ m}$ per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$$E_{\text{cm}} = 22000 \cdot [f_{\text{cm}}/10]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2 \text{ – modulo elastico del calcestruzzo (} R_{\text{ck}} = 40 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

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

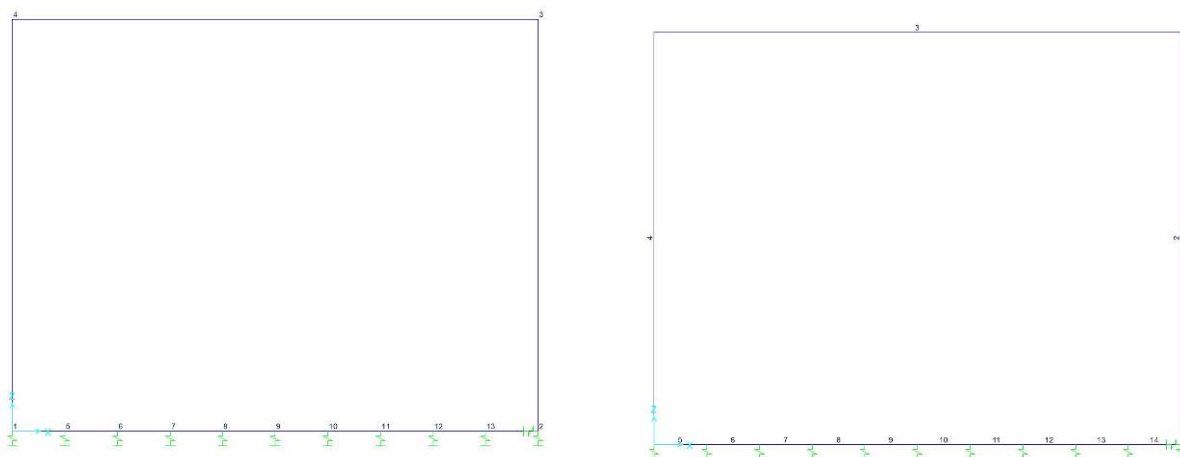


Figura 2 – Numerazione dei nodi e delle aste.

6.3 ANALISI DEI CARICHI

6.3.1 PESO PROPRIO (DEAD)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato pari a $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$.

6.3.2 SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)

Il ricoprimento ha uno spessore di 30 cm, pertanto si assegna alla soletta superiore un carico di 6 kN/m^2 .

6.3.3 BALLAST (BALLAST)

Sul solettone superiore si considera uno spessore di ballast compresa la traversina pari a $s_b = 0.80 \text{ m}$ con peso dell'unità di volume $\gamma_b = 18.00 \text{ kN/m}^3$.

Ai lati dello scatolare si ha un carico orizzontale uniformemente distribuito sui piedritti di intensità $\Delta p_b = 5.53 \text{ kN/m}$.

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1, 4 e 2, 3, la parte di spinta del ballast esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

Spinta semispessore soletta superiore

$$\Delta F_{b3,4} = 2.21 \text{ kN}$$

Spinta semispessore soletta inferiore

$$\Delta F_{b1,2} = 2.77 \text{ kN}$$

6.3.4 SPINTA DEL TERRENO (SPTSX/SPTDX)

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta a riposo con:

$\gamma_t \text{ (kN/m}^3\text{)}$	20	peso di volume terreno ai lati
$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	38	angolo di attrito terreno ai lati
k_0	0.384	coefficiente di spinta a riposo

Tali parametri si traducono ad un diagramma di pressioni trapezoidale ($p = k_0 \cdot \gamma \cdot z$) da applicare sui piedritti dello scatolare con valori di:

$p_1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	2.31	pressione all'estradosso soletta superiore
$p_2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	5.38	pressione in asse soletta superiore
$p_3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	55.73	pressione in asse soletta inferiore
$p_4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	59.57	pressione all'intradosso soletta inferiore

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4 (per la SPTSX) e 2 e 3 (per la SPTDX), la parte di spinta del terreno esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

$$F_{1,2} \text{ (kN/m)} \quad 1.54 \text{ forza concentrata semispessore soletta superiore}$$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	14 di 71

 $F_{3,4}$ (kN/m) 28.83 forza concentrata semispessore soletta inferiore

6.3.5 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Assente.

6.3.6 SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE

Assente.

6.3.7 CARICHI VARIABILI

6.3.7.1 COEFFICIENTE DI INCREMENTO DINAMICO

Si considera il caso di portale a luce singola, per il quale vale la seguente espressione:

$$L_m = \frac{1}{n} \times (L_1 + L_2 + L_3)$$

 in cui $n = 3$.

Considerando le linee d'asse risulta:

 $L_1 = 6.55$ m altezza piedritto di sinistra

 $L_2 = 10.30$ m lunghezza solettone

 $L_3 = 6.55$ m altezza piedritto di destra

 $L_\phi = k \cdot L_m = 10.41$ m con $k = 1.3$.

Il coefficiente di incremento dinamico risulta pari a (linea con ridotto standard manutentivo):

$$\Phi_3 = 0.9 \times \left(\frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \right) = 1.31$$

6.3.7.2 LARGHEZZA DI DIFFUSIONE TRASVERSALE

La diffusione trasversale dei carichi è stata effettuata, a partire dall'intradosso della traversina, nell'ipotesi di ripartizione nel ballast, nel terreno, nel massetto e nel solettone di copertura nei rapporti di seguito indicati:

	ai	:	bi
ballast	4	:	1
terreno	3	:	2
soletta	1	:	1
massetto	1	:	1

 $s_s = 0.80$ m : spessore del solettone

 $s_m = 0.00$ m : spessore del massetto pendenze

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	15 di 71

 $s_r = 0.30 \text{ m}$: spessore del ricoprimento

 $L_{tr} = 2.40 \text{ m}$: lunghezza traversina

Diffusione trasversale

 $L_d = L_{trasv} + 2 \cdot (s_r \cdot b_r / a_r + s_b \cdot b_b / a_b) + 2 \cdot (s_s / 2) \cdot b_s / a_s + 2 \cdot s_m \cdot b_m / a_m = 4.00 \text{ m}$

6.3.7.3 SOVRACCARICHI MOBILI (ACC)

Treno di carico LM71

 Il modello di carico LM71 è costituito dalla presenza del locomotore con gli assi da 250 kN disposti ad interasse longitudinale pari ad 1.60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m. Il coefficiente di adattamento α è pari a 1.1.

 $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$
 $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$
 $\alpha = 1.1$

 Il carico complessivo Q agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

q_{eq} (kN/m)	156.25	carico distribuito equivalente 4 assi
a	1.10	coefficiente adattamento
Φ	1.31	coefficiente incremento dinamico
q (kN/m)	225.16	$q = q_{eq} \cdot \alpha \cdot \Phi$
L_d (m)	4.00	larghezza di diffusione
q/L_d (kN/m ²)	56.29	

 Il carico distribuito 80 kN/m applicato al di fuori dell'impronta longitudinale dei 6.4 m viene ripartito sulla larghezza di ripartizione ed amplificando ottenendo un carico pari a 28.82 kN/m²

Tale carico viene introdotto nel modello con la dicitura ACC:

Treno di carico SW/2

 $q_{vk} = 150.0 \text{ kN/m}$
 $\alpha = 1.0$: coefficiente di adattamento

Nell'analisi condotta tale treno di carico non risulta dimensionante.

6.3.7.4 SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL RILEVATO (SPACCSX/SPACCDX)

 Il carico accidentale sul rilevato a ridosso del piedritto ha intensità pari al treno di carico ripartito su una L_d che tiene conto delle diffusioni prima indicate, limitatamente al ricoprimento e al ballast:

L_d (m)	3.20	larghezza di diffusione
q (kN/m)	171.88	$q = q_{eq} \cdot \alpha$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	16 di 71

 q/L_d (kN/m²) 53.71

 Δp_{acc} (kN/m²) 20.64

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4 (per la SPACCSX) e 2 e 3 (per la SPACCDX), la parte di sovrappinta dei carichi esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

 $\Delta F_{1,2,acc}$ (kN/m) 8.26 ΔF dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta superiore

 $\Delta F_{3,4,acc}$ (kN/m) 10.32 ΔF dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta inferiore

6.3.8 FRENATURA E AVVIAMENTO

Per il carico di frenatura e avviamento viene assunto quello dovuto all'avviamento del treno LM71, moltiplicato per il coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$, per cui si ha:

 Q_{avv} (kN/m) 33 carico dovuto all'avviamento treno di carico LM71

 q_{avv} (kN/m/m) 9.08 carico distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

 M_{avv} (kNm/m) 13.61 momento flettente distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

6.3.9 AZIONI CLIMATICHE

6.3.9.1 AZIONI TERMICHE UNIFORMI (TERMU)

Si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = 15.00^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore e sui piedritti, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

6.3.9.2 AZIONI TERMICHE DIFFERENZIALI (TERMF)

Si considera una variazione termica differenziale $\Delta T = 5.00^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

6.3.9.3 RITIRO (RITIRO)

Si considera una variazione termica uniforme equivalente $\Delta T = -11.15^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni nell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.14-01-2008.

	Rck	40
	f_{ck}	33.20 N/mm ²
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001
classe del cemento	cls tipo	R
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg
età del cls al momento del carico	t_0	2 gg
età del cls	t	27375 gg
	B	100 cm

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	17 di 71

	H	80.00	cm	
sezione dell'elemento	A_c	800000	mm	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	1000	mm	
dimensione elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1600	mm	
umidità relativa percentuale	RH	75	%	
Calcolo del modulo elastico				
coeff. del tipo di cemento	α	1		
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	6.189	gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62		
coeff. della viscosità nel tempo	$\beta_c(t_0)$	0.649		
coeff. della resistenza del cls	α_1	0.892		
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968		
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922		
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1383		
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.985		
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.185		
coeff. nominale della viscosità	φ_0	2.013		
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.98		
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11274.7	N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro				
parametro fuazione di h_0	k_h	0.7		
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.914		
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.0002727		
		1		
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.0004260		
		2		
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds1}	6		
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds2}	0.11		
	β_{RH}	0.8960937		
		5		
	$\beta_{as}(t)$	1		
	$\varepsilon_{ca,00}$	0.000058		
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05		

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	18 di 71

deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.0003307 1
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-11.08 °C

6.3.10 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. 17 gennaio 2018, le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, 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 il 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.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

dati sisma

V_N (anni)	75.00	vita nominale
C_U	1.50	coefficiente d'uso (classe d'uso III)
V_R (anni)	112.50	periodo di riferimento

SLV

P_{VR}	0.10	probabilità di superamento
T_R (anni)	1068	tempo di ritorno per SLV
a_g (g)	0.056	accelerazione su sito riferimento rigido
F_0 (-)	2.606	
T_C^* (s)	0.519	

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	19 di 71

S_S 1.500 coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)

S_T 1.00 coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)

$a_{max}(g)$ 0.084 $a_{max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. 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.

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

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}; k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove

$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume il valore unitario.

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

SLV

β_m 1.00

k_h 0.084 coefficiente sismico orizzontale

k_v 0.042 coefficiente sismico verticale

6.3.10.1 SPINTA DELLE TERRE IN FASE SISMICA (SPSSX)

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 14.01.08), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di Wood valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

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

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta a riposo.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto $h_{scat}/2$, con h_{tot} altezza dal piano di progetto alla fondazione dello scatolare e h_{scat} l'altezza dello scatolare.

Essendo ΔF_E la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

h_{tot} (m) 8.55 altezza da P.F. di progetto a fondazione

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	20 di 71

h_{scat} (m) 7.45 altezza scatolare
 Δp_E (kN/m²) 14.36 incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLV

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4, la parte di sovraspinta esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

$\Delta F_{1,2,E}$ (kN/m) 5.75 ΔF dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLV
 $\Delta F_{3,4,E}$ (kN/m) 7.18 ΔF dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLV

6.3.10.2 SOVRASPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE

Assente.

6.3.10.3 FORZE SISMICHE ORIZZONTALI (SISMAH)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti ed applicate nei rispettivi baricentri. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.20.

F_1 (kN/m²) 1.71 inerzia orizzontale ballast + ricoprimento + massetto per SLV
 F_2 (kN/m²) 1.68 inerzia orizzontale soletta superiore per SLV
 F_3 (kN/m²) 1.68 inerzia orizzontale piedritti per SLV

6.3.10.4 FORZE SISMICHE VERTICALI (SISMAV)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.20 (cfr tab.5.2.V).

F_1 (kN/m²) 0.86 inerzia verticale ballast + ricoprimento + massetto per SLV
 F_2 (kN/m²) 0.84 inerzia verticale soletta superiore per SLV
 F_3 (kN/m²) 0.84 inerzia verticale piedritti per SLV
 F_4 (kN/m²) 0.47 inerzia verticale treno di carico LM71 per SLV
 F_5 (kN/m²) 1.05 inerzia verticale soletta inferiore per SLV

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	21 di 71

6.4 CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI

6.4.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

DEAD	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMAMENTI (ricoprimento + massetto)
BALLAST	BALLAST
SPBSX/SPBDX	SPINTA DEL BALLAST SU PIEDRITTI
SPTSX/SPTDX	SPINTA DELLE TERRE SU PIEDRITTI
ACC	CARICHI VARIABILI VERTICALI SU OPERA (treni di carico)
SPACCSX/ SPACCDX	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI (treni di carico)
AVV	FRENATURA LM71
TERMF e TERMU	VARIAZIONI TERMICHE (ΔT_u , ΔT_f)
RITIRO	RITIRO
SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI

6.4.2 COMBINAZIONI DI CARICO PER SEZIONI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i coefficienti parziali utilizzati nelle combinazioni agli SLU, SLE e SLUS relativamente ad ogni sezione di verifica scelta in accordo con le tabelle 5.2.IV, 5.2.V, 5.2.VI e 5.2.VII delle NTC2008.

Dall'analisi agli elementi finiti del modello di calcolo, in ogni sezione di verifica sono ricavate le sollecitazioni delle condizioni di carico elementari tutte valutate con coefficienti parziali unitari. Relativamente alla condizione sismica si valuta l'effetto del sisma nelle condizioni di SLD.

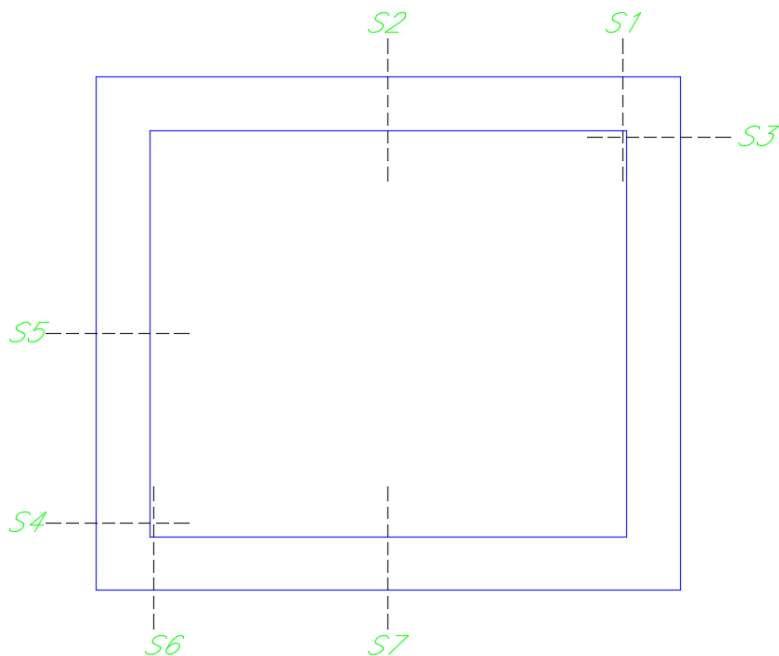


Figura 3 – Sezioni di verifica.

Nell'ipotesi di analisi elatico-lineare le condizioni geotecniche (M2) e quelle di carico sismico SLV sono stimate attraverso l'utilizzo dei coefficienti amplificativi:

$k_{M1}/k_{M2} = 1.22$ coefficiente di scambio M1/M2

$k_A/k_0 = 0.65$ per SLU sisma con A2 + M2 (se si utilizza k_A)

che corrispondono rispettivamente:

- al rapporto fra i coefficienti di spinta a riposo nella condizione M1 e M2;
- al rapporto fra spinta attiva e in quiete se si utilizza la spinta attiva in fase sismica (altrimenti = 1);

6.4.2.1 SOLETTA SUPERIORE

INCASTRO (S1)

	γ (A1)	γ (A2)	γ (Asis)	γ (M1)	γ (M2)	k_A/k_0 (sis)	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
BALLAST	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBSX	1.5	1.3	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	24 di 71

SPBSX	1.5	1.3	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
ACC2	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
AVV	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
TERMF	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

INCASTRO INFERIORE SINISTRO (S4)

	γ (A1)	γ (A2)	γ (Asis)	γ (M1)	γ (M2)	k_A/k_0 (sis)	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
BALLAST	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBSX	1.5	1.3	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
ACC2	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
AVV	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
TERMF	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

MEZZERIA PIEDRITTO SINISTRO (S5)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	25 di 71

	γ (A1)	γ (A2)	γ (Asis)	γ (M1)	γ (M2)	k_A/k_0 (sis)	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
BALLAST	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
ACC2	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
AVV	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
TERMF	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

6.4.2.3 SOLETTA INFERIORE

INCASTRO SINISTRO (S6)

	γ (A1)	γ (A2)	γ (Asis)	γ (M1)	γ (M2)	k_A/k_0 (sis)	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
BALLAST	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBSX	1.5	1.3	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1.5	1.3	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
ACC2	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
AVV	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	26 di 71

TERMF	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

MEZZERIA (S7)

	γ (A1)	γ (A2)	γ (Asis)	γ (M1)	γ (M2)	k_A/k_0 (sis)	SLV/SLD	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
BALLAST	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPBDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
ACC2	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
AVV	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
TERMF	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

6.4.3 COMBINAZIONI DI CARICO PER GLI STATI LIMITE CONSIDERATI

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 NTC2008.

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 agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	27 di 71

collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

- SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche possono essere condotte secondo l'approccio progettuale Approccio 1, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V delle NTC2008 per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione 1 → (A1+M1+R1) → generalmente dimensionante per STR

combinazione 2 → (A2+M2+R2) → generalmente dimensionante per GEO (carico limite)

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

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

GEO) $\gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (spinte $\Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_{\Phi})$)

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara) $G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni) si definiscono le seguenti combinazioni:

Quasi permanente) $G1 + G2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite da prendere in considerazione sono le seguenti:

STR) $E + G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ ($\Phi_d' = \Phi_k'$)

GEO) $E + G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (spinte $\Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_{\Phi})$)

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

$G1 + G2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; la stessa propone, nel caso di ponti, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$.

6.5 VERIFICHE STR

A partire dalle sollecitazioni di output dovute ai singoli casi di carico, si sono determinate le sollecitazioni agenti nelle sezioni di verifica attraverso un foglio di calcolo Excel che si riporta in allegato.

Si riportano di seguito le verifiche nelle condizioni di SLE ed SLU condotte con il software RC-SEC della Geostru.

Per le verifiche a fessurazione, in riferimento a quanto indicato nella EN206, per il caso in esame si identifica una classe di esposizione XC4, che corrisponde a condizioni ambientali aggressive.

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	28 di 71

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

A vantaggio di sicurezza si effettuano le verifiche considerando anche le combinazioni rare, ponendo come limite il valore $w_1=0.2\text{mm}$.

La massime tensioni (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – par. 1.8.3.2.1) di compressione del calcestruzzo per tutte le combinazioni di carico SLE, risulta sempre inferiore a $\sigma_c < 0.40 f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$.

La massime tensioni (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – par. 1.8.3.2.1) di trazione nell'acciaio per tutte le combinazioni di carico SLE risulta sempre inferiore a $\sigma_s < 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$.

Il valore di apertura delle fessure è sempre inferiore a $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Com'è possibile osservare da quanto riportato nei paragrafi seguenti, tutte le verifiche risultano tutte soddisfatte.

Di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione di alcuni casi di carico.

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	29 di 71

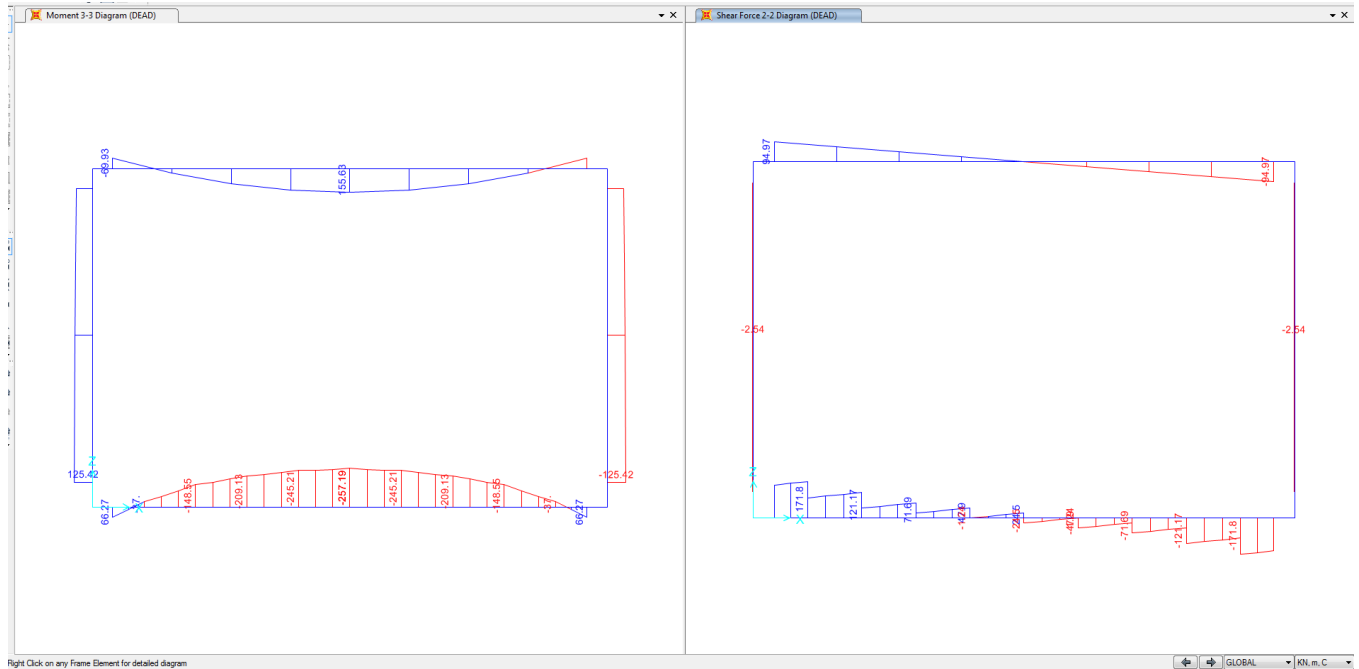


Figura 4 – Diagrammi di sollecitazione del peso proprio

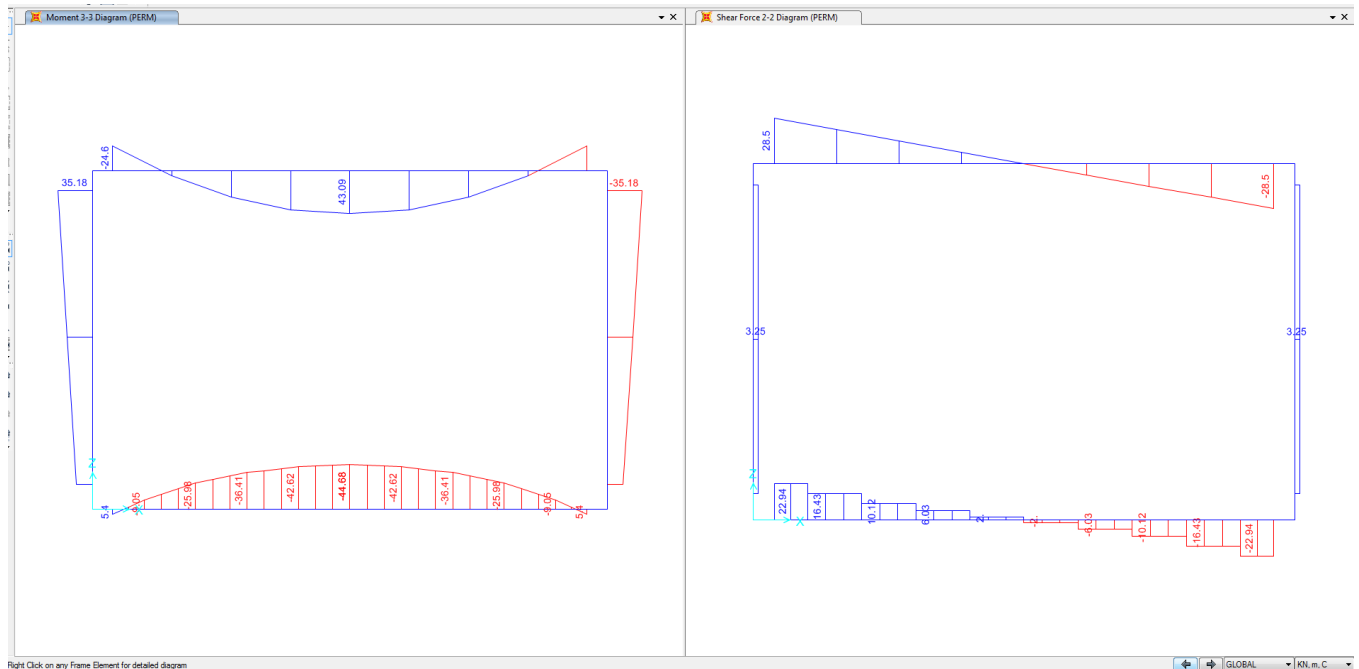


Figura 5 – Diagrammi di sollecitazione dei permanenti

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	30 di 71

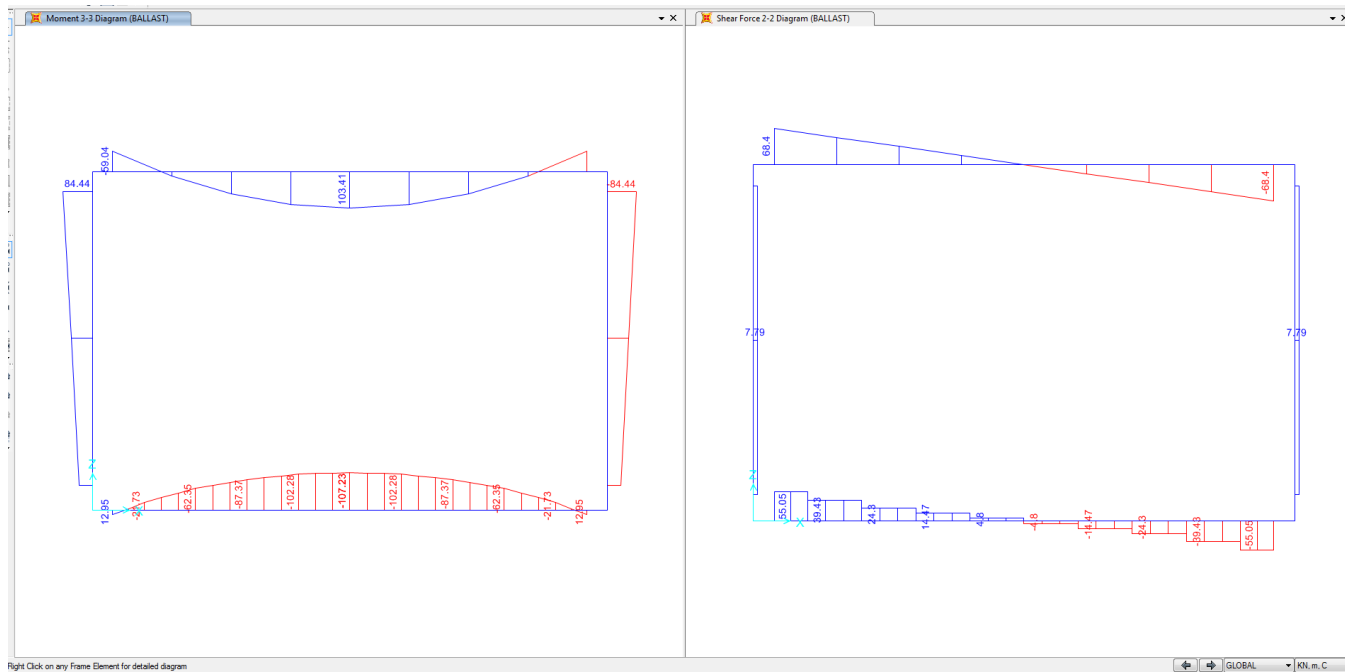


Figura 6 – Diagrammi di sollecitazione del del ballast

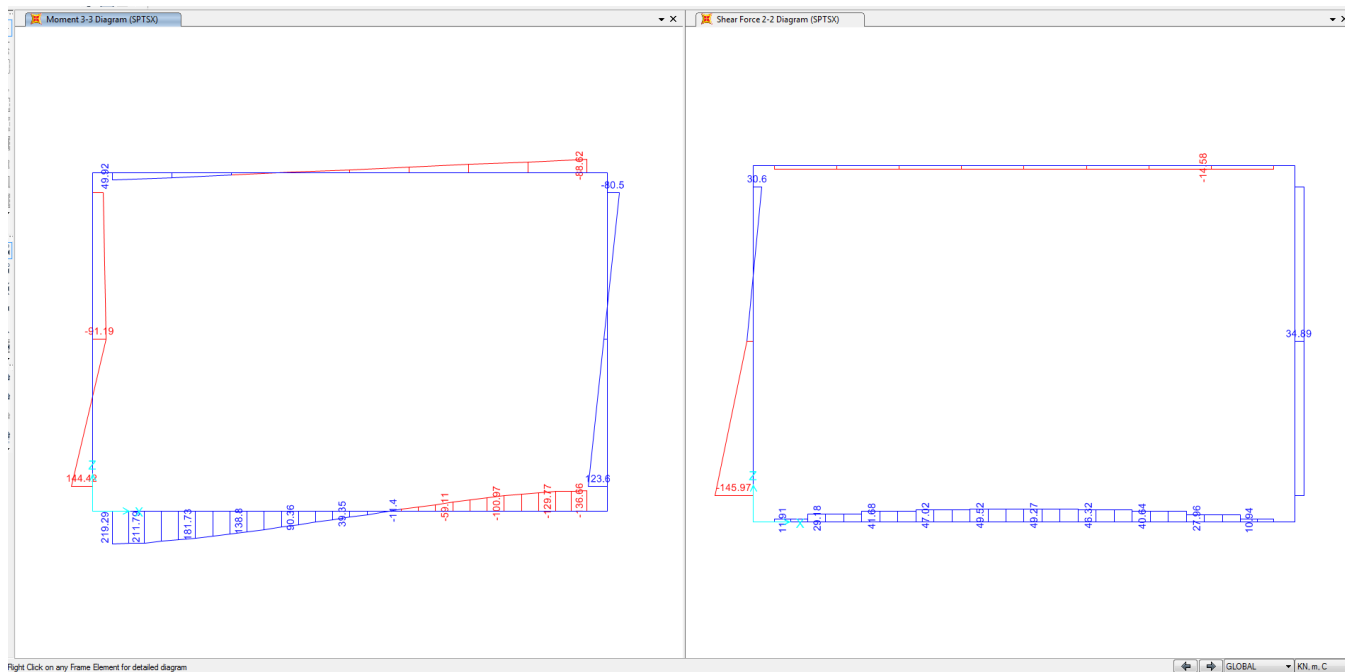


Figura 7 – Diagrammi di sollecitazione della spinta sinistra del terreno

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	31 di 71

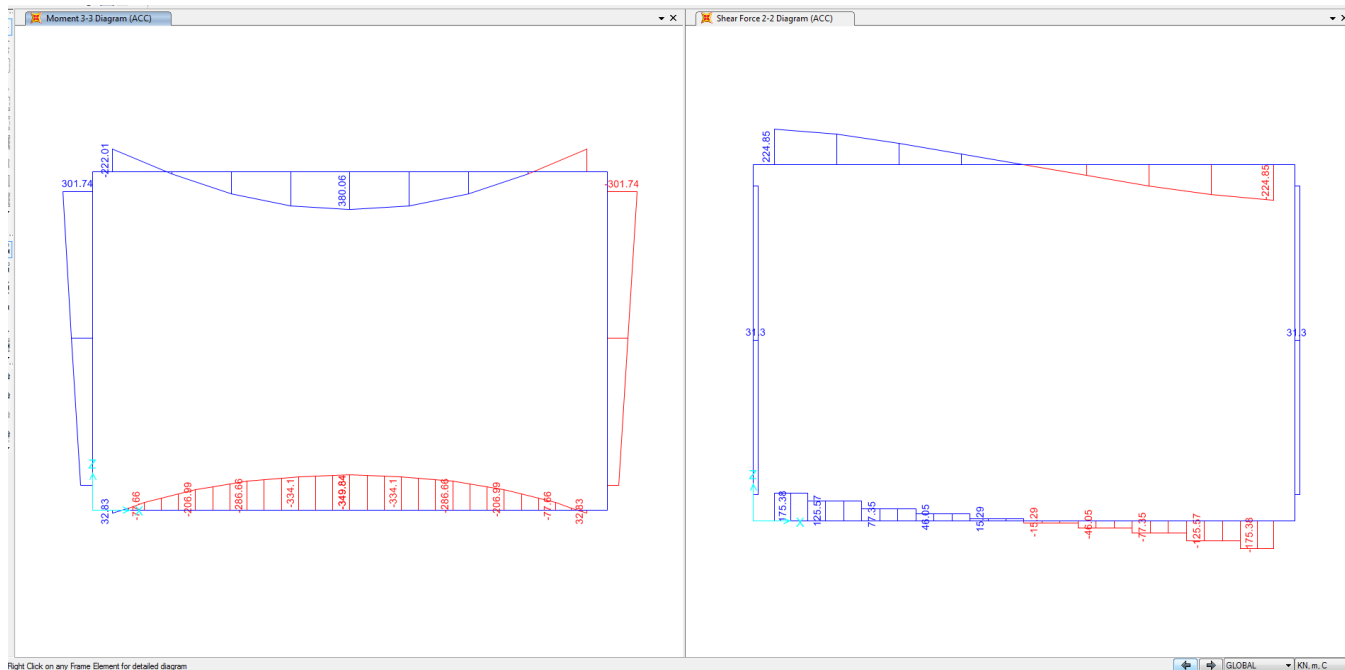


Figura 8 – Diagrammi di sollecitazione del sovraccarico accidentale

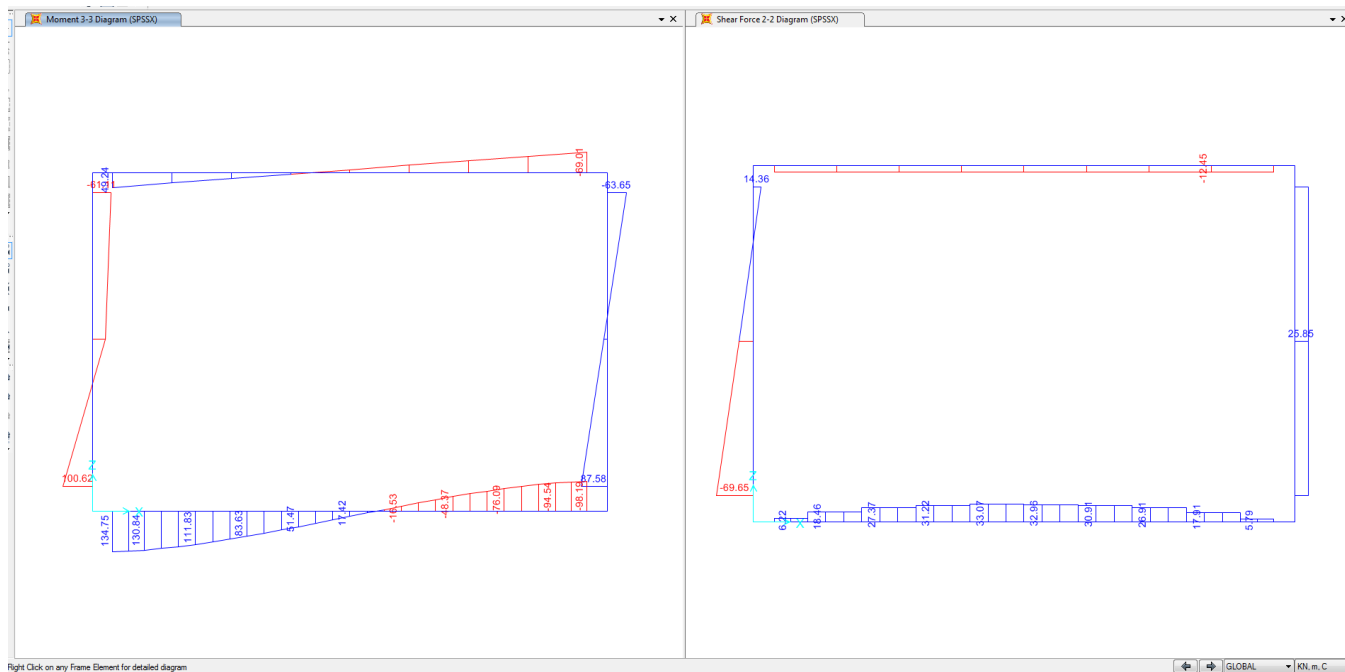


Figura 9 – Diagrammi di sollecitazione della spinta sismica del terreno

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	32 di 71

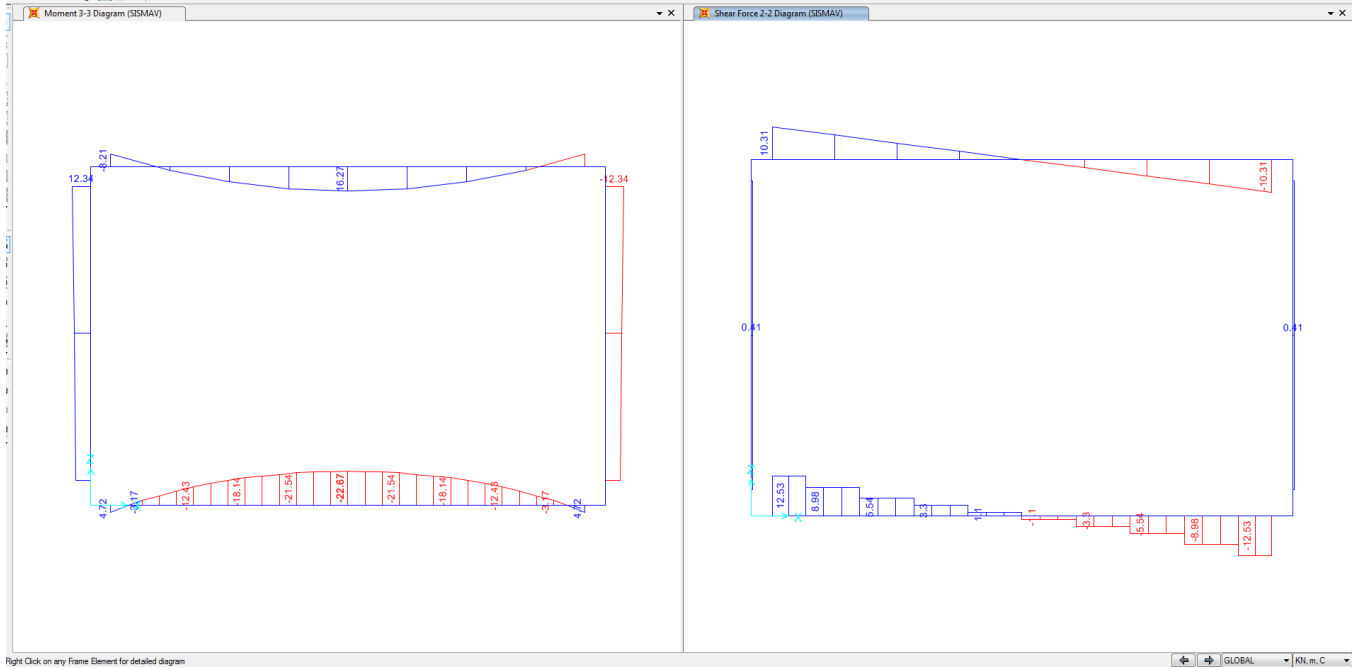


Figura 10 – Diagrammi di sollecitazione del sisma verticale

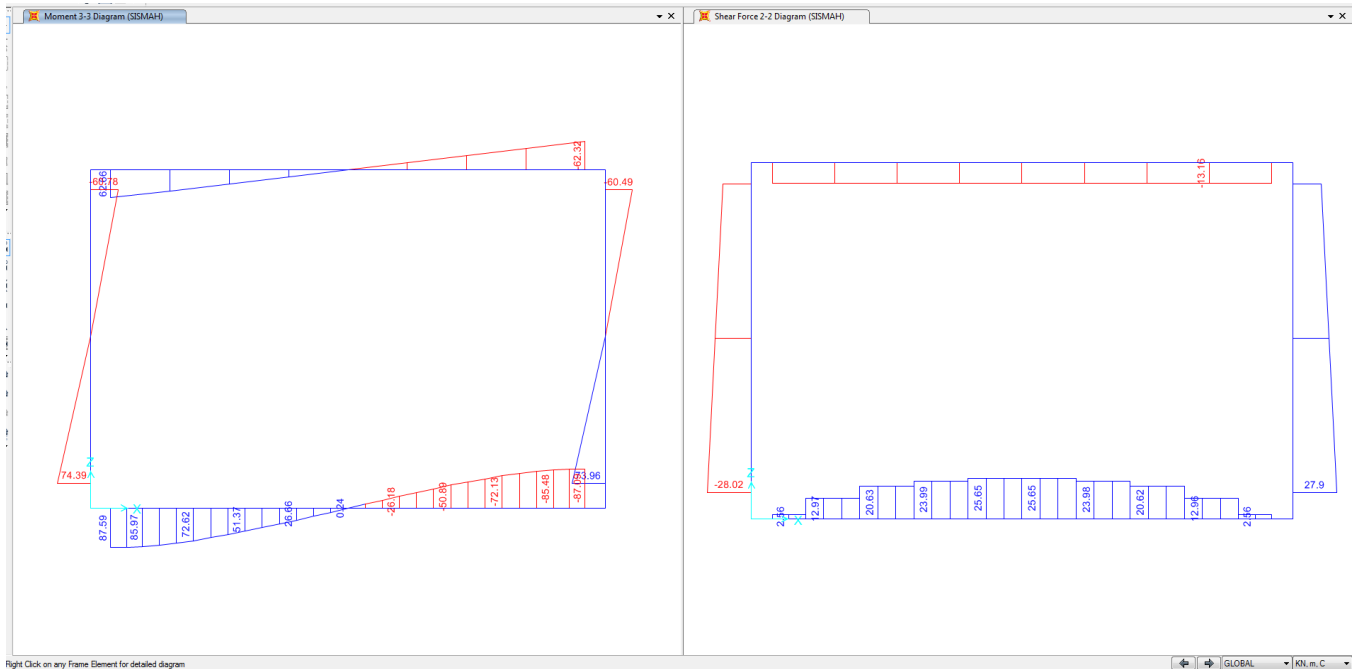


Figura 11 – Diagrammi di sollecitazione del sisma orizzontale

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	33 di 71

6.5.1 SOLETTA SUPERIORE – NODO CON PIEDRITTO

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S1				
SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	300.6	-694.3	-1087.5
SLU	A2+M2	291.5	-583.9	-943.5
SLU	SLV	184.9	-278.4	-447.3
SLE	RARA	222.5	-476.9	-734.6
SLE	FESS. RARA	200.2	-419.9	-637.8
SLE	Q.PERM.	109.0	-191.9	-242.5

VERIFICHE

La soletta superiore al nodo con il piedritto è armata inferiormente con barre $\Phi 26/20$ e superiormente con $\Phi 26/10$ in primo strato e $\Phi 26/20$ in secondo strato. Per circa 1.5 m si dispone un'armatura a taglio costituita da barre $\Phi 12/20$ a due braccia.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: S1

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S1.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 \cdot \beta 2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 \cdot \beta 2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	34 di 71

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

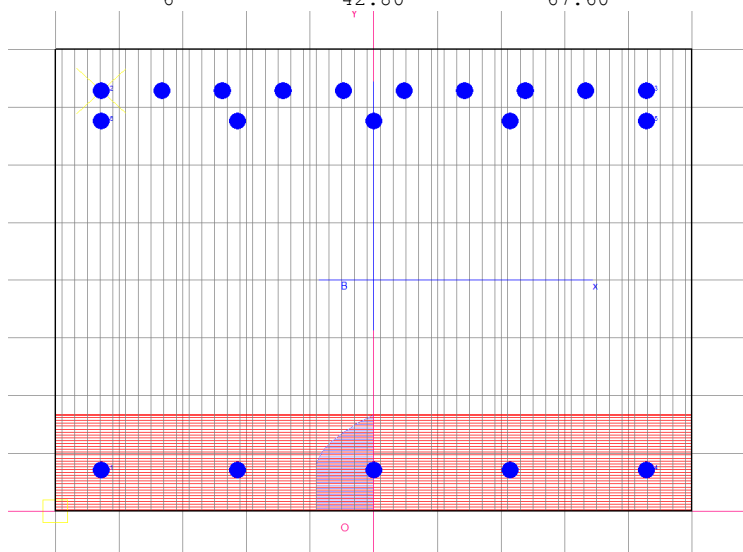
Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	80.00
3	50.00	80.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-42.80	7.20	26
2	-42.80	72.80	26
3	42.80	72.80	26
4	42.80	7.20	26
5	42.80	67.60	26
6	-42.80	67.60	26



DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	26
2	2	3	8	26
3	5	6	3	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	35 di 71

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30062	-108754	0	-69430	0
2	29149	-94349	0	-58392	0
3	18487	-44726	0	-27836	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	22251	-73461	0
2	20022	-63782	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	10899	-24246	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	30062	-108754	0	30079	-213873	0	1.958
2	S	29149	-94349	0	29145	-213651	0	2.251
3	S	18487	-44726	0	18496	-210959	0	4.666

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	36 di 71

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00370	-50.0	0.0	0.00199	-42.8	7.2	-0.01179	-42.8	72.8
2	0.00350	-0.00373	-50.0	0.0	0.00198	-42.8	7.2	-0.01185	-42.8	72.8
3	0.00350	-0.00400	-50.0	0.0	0.00193	-42.8	7.2	-0.01241	-42.8	72.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000210053	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000210849	0.003500000		
3	0.000000000	-0.000218610	0.003500000		

ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.3]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	69430	209085	72490	72.8	100.0	21.80°	1.021	10.8
2	S	58392	208956	72490	72.8	100.0	21.80°	1.020	9.1
3	S	27836	207451	72490	72.8	100.0	21.80°	1.013	4.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	70.5	-50.0	90.0	-1424	-14.3	72.8	2450	187	0.161	0.127
2	S	61.3	-50.0	90.0	-1233	33.3	72.8	2450	188	0.161	0.082

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	37 di 71

1 S 23.7 -50.0 90.0 -451 33.3 72.8 2400 187 0.159 0.029

6.5.2 SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S2				
SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	120.8	0.0	1033.0
SLU	A2+M2	137.4	0.0	848.3
SLU	SLV	133.3	-16.9	332.9
SLE	RARA	109.8	0.0	705.3
SLE	FESS. RARA	103.6	0.0	629.3
SLE	Q.PERM.	80.6	0.0	317.1

VERIFICHE

La soletta superiore in mezzeria è armata inferiormente con barre $\Phi 26/10$ e superiormente con $\Phi 26/20$. Non è necessaria armatura a taglio.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: S2

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S2.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 192.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 144.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	38 di 71

Coeff. Aderenza	ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza	diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare	Sf Limite	:	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO
DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	90.00
3	50.00	90.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-43.10	6.90	26
2	-43.10	83.10	26
3	43.10	83.10	26
4	43.10	6.90	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	26
2	2	3	3	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	12080	103300	0	10	0
2	13740	84831	0	10	0
3	13327	33293	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	10982	70531	0
2	10355	62930	0

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	39 di 71

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8056	31708	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.4 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	12080	103300	0	12069	174303	0	1.686
2	S	13740	84831	0	13751	174867	0	2.058
3	S	13327	33293	0	13297	174715	0	5.213

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00881	50.0	90.0	0.00130	43.1	83.1	-0.02303	-43.1	6.9
2	0.00350	-0.00874	50.0	90.0	0.00131	43.1	83.1	-0.02288	-43.1	6.9
3	0.00350	-0.00876	50.0	90.0	0.00131	43.1	83.1	-0.02292	-43.1	6.9

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000319268	-0.025234116		
2	0.000000000	0.000317426	-0.025068368		
3	0.000000000	0.000317924	-0.025113165		

verifica a taglio

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	40 di 71

h	800 mm	Rck	40
d	741 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.520		
k	1.520	As	10 Φ 26.0
Asl	5309 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0072		
ρ_1	0.007	Vrd	388.6 kN
vmin	0.378	Ved	16.89 KN
vmin·bw·d	279909 N		
Vrd	388591 N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	58.6	-50.0	90.0	-1693	-23.9	6.9	2484	217	0.176	0.125
2	S	52.3	-50.0	90.0	-1506	-4.8	6.9	2484	217	0.176	0.111

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	26.6	-50.0	90.0	-735	-23.9	6.9	2484	216	0.175	0.054

6.5.3 PIEDRITTO - NODO CON SOLETTA SUPERIORE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S3				
PIEDRITTO APPOGGIO SUPERIORE DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	744.9	297.2	-1206.3
SLU	A2+M2	624.9	285.4	-1027.7
SLU	SLV	305.2	177.0	-483.9
SLE	RARA	470.3	170.8	-681.9
SLE	FESS. RARA	419.5	157.1	-603.2
SLE	Q.PERM.	216.0	100.3	-281.3

VERIFICHE

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	41 di 71

Il piedritto al nodo con la soletta superiore è armato esternamente con barre $\Phi 24/10$ e internamente con $\Phi 24/20$. Non è necessaria armatura a taglio.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: S3
(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S3.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 * \beta 2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 * \beta 2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO
DOMINIO N° 1

 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	80.00
3	50.00	80.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.00	7.00	24

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	42 di 71

2	-43.00	73.00	24
3	43.00	73.00	24
4	43.00	7.00	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	24
2	2	3	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	74486	-120625	0	10	0
2	62495	-102768	0	10	0
3	30519	-48394	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	47031	-68188	0
2	41945	-60324	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	21603	-28130	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	43 di 71

My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	74486	-120625	0	74504	-148541	0	1.229
2	S	62495	-102768	0	62473	-145069	0	1.407
3	S	30519	-48394	0	30521	-135722	0	2.785

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00595	-50.0	0.0	0.00157	-43.0	7.0	-0.01662	-43.0	73.0
2	0.00350	-0.00636	-50.0	0.0	0.00149	-43.0	7.0	-0.01750	-43.0	73.0
3	0.00350	-0.00758	-50.0	0.0	0.00124	-43.0	7.0	-0.02010	-43.0	73.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000275566	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000287699	0.003500000		
3	0.000000000	-0.000323245	0.003500000		

verifica a taglio

h	800 mm	Rck	40
d	742 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.519		
k	1.519	As	10 Φ 24.0
Asl	4524 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0061		
ρ_1	0.006	Vrd	368.6 kN
vmin	0.378	Ved	297.17 KN
vmin·bw·d	280190 N		
Vrd	368645 N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	44 di 71

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	78.3	-50.0	90.0	-1855	33.4	73.0	2355	217	0.164	0.184
2	S	69.3	50.0	0.0	-1638	33.4	73.0	2355	217	0.164	0.124

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	32.5	-50.0	90.0	-745	43.0	73.0	2355	217	0.163	0.055

6.5.4 PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA INFERIORE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S4				
PIEDRITTO APPOGGIO INFERIORE SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	713.4	-374.4	1012.6
SLU	A2+M2	578.1	-350.2	854.8
SLU	SLV	346.8	-272.4	475.6
SLE	RARA	509.2	-254.8	668.1
SLE	FESS. RARA	474.0	-231.6	586.4
SLE	Q.PERM.	333.0	-137.1	255.2

VERIFICHE

Il piedritto al nodo con la soletta inferiore è armato esternamente con barre $\Phi 24/10$ e internamente con $\Phi 24/20$.
 Per circa 1.5 m si dispone un'armatura a taglio costituita da barre $\Phi 12/20$ a due braccia.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: S4

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S4.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	45 di 71

Resis. media a trazione f_{ctm} : 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

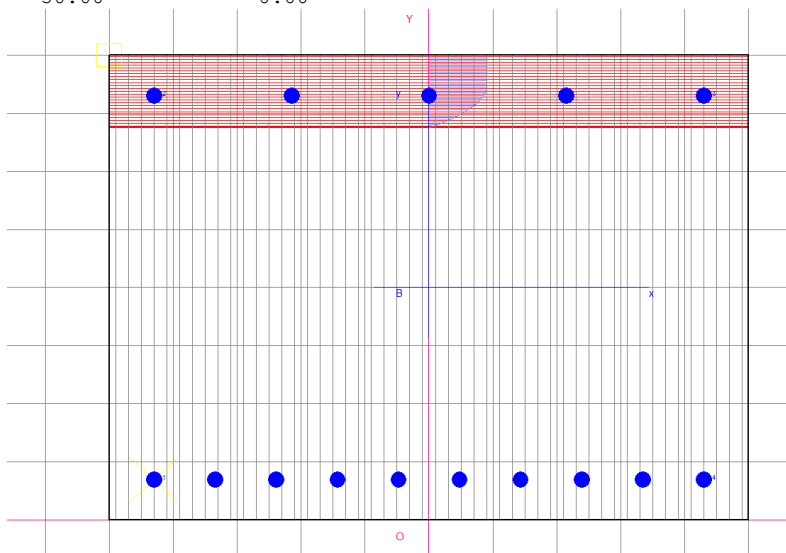
ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare S_f Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	80.00
3	50.00	80.00
4	50.00	0.00



DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.00	7.00	24
2	-43.00	73.00	24
3	43.00	73.00	24
4	43.00	7.00	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	46 di 71

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	24
2	2	3	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	71337	101258	0	-37443	0
2	57809	85476	0	-35016	0
3	34677	47561	0	-27236	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	50925	66812	0
2	47400	58645	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	33299	25517	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
---------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	47 di 71

1	S	71337	101258	0	71318	147623	0	1.452
2	S	57809	85476	0	57825	143719	0	1.674
3	S	34677	47561	0	34679	136947	0	2.856

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00606	-50.0	80.0	0.00155	-43.0	73.0	-0.01685	-43.0	7.0
2	0.00350	-0.00653	-50.0	80.0	0.00145	-43.0	73.0	-0.01786	-43.0	7.0
3	0.00350	-0.00742	-50.0	80.0	0.00127	-43.0	73.0	-0.01975	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000278798	-0.018803825		
2	0.000000000	0.000292631	-0.019910466		
3	0.000000000	0.000318426	-0.021974080		

ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.3]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	37443	215504	72689	73.0	100.0	21.80°	1.049	5.8
2	S	35016	213589	72689	73.0	100.0	21.80°	1.040	5.4
3	S	27236	210313	72689	73.0	100.0	21.80°	1.024	4.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	48 di 71

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	77.2	-50.0	80.0	-1772	-4.8	7.0	2355	217	0.163	0.166
2	S	67.9	-50.0	80.0	-1531	-14.3	7.0	2355	216	0.163	0.113

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	30.4	-50.0	80.0	-554	-23.9	7.0	2342	212	0.154	0.040

6.5.5 PIEDRITTO – MEZZERIA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S5				
PIEDRITTO MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	790.4	124.7	479.0
SLU	A2+M2	654.3	111.5	345.9
SLU	SLV	308.8	-15.5	43.5
SLE	RARA	553.2	86.9	294.2
SLE	FESS. RARA	497.4	71.3	253.8
SLE	Q.PERM.	274.5	18.2	58.4

VERIFICHE

Il piedritto in mezzeria è armato esternamente con barre $\Phi 24/20$ e internamente con $\Phi 24/20$. Non è necessaria armatura a taglio.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: S5

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S5.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
	Def.unit. ultima ecu : 0.0035
	Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm ²

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	49 di 71

Coeff. di Poisson : 0.20
 Resist. media a trazione f_{ctm} : 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 20000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare S_f Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

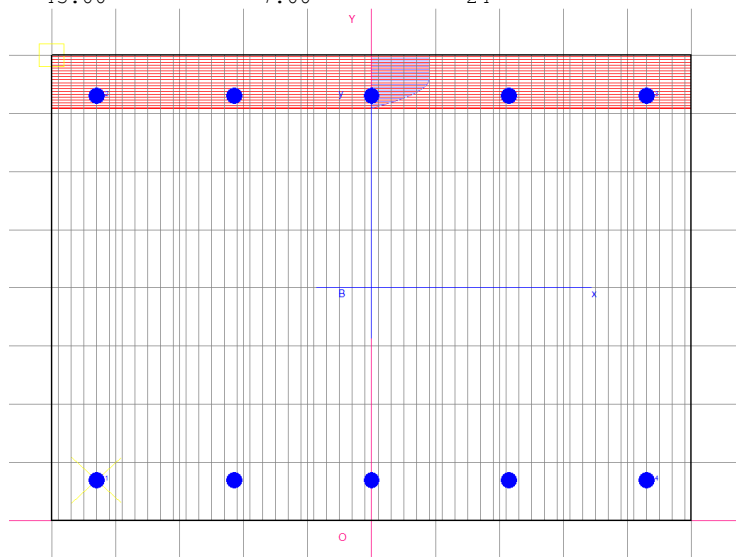
Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	80.00
3	50.00	80.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-43.00	7.00	24
2	-43.00	73.00	24
3	43.00	73.00	24
4	43.00	7.00	24



**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	50 di 71

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	79038	47899	0	10	0
2	65433	34590	0	10	0
3	30883	4349	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	55315	29420	0
2	49742	25378	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	27451	5835	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.1 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	51 di 71

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	79038	47899	0	79024	91777	0	1.916
2	S	65433	34590	0	65448	87525	0	2.530
3	S	30883	4349	0	30887	76641	0	17.623

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00958	-50.0	80.0	0.00083	-43.0	73.0	-0.02436	-43.0	7.0
2	0.00350	-0.01028	-50.0	80.0	0.00069	-43.0	73.0	-0.02584	-43.0	7.0
3	0.00350	-0.01223	-50.0	80.0	0.00029	-43.0	73.0	-0.02999	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000381638	-0.027031066		
2	0.000000000	0.000401934	-0.028654744		
3	0.000000000	0.000458740	-0.033199229		

verifica a taglio

h	800 mm	Rck	40
d	742 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	γc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.519		
k	1.519	As	5 Φ 24.0
Asl	2262 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0030		
ρ1	0.003	Vrd	292.6 kN
vmin	0.378	Ved	124.70 KN
vmin·bw·d	280190 N		
Vrd	292594 N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	52 di 71

Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	29.9	-50.0	80.0	-195	-43.0	7.0	2355	0	0.163	0.000
2	S	26.0	-50.0	80.0	-165	-43.0	7.0	2355	0	0.163	0.000

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.8	-50.0	80.0	-10	-43.0	7.0	2342	0	0.154	0.000

6.5.6 SOLETTA INFERIORE – NODO CON PIEDRITTO

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S6				
SOLETTA INFERIORE APPOGGIO SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	35.5	596.2	958.2
SLU	A2+M2	96.7	488.2	835.4
SLU	SLV	142.8	284.5	511.6
SLE	RARA	85.3	416.7	640.7
SLE	FESS. RARA	108.3	380.6	561.5
SLE	Q.PERM.	198.4	235.9	238.7

VERIFICHE

La soletta inferiore al nodo con il piedritto è armata inferiormente con barre $\Phi 22/10$ e superiormente con $\Phi 22/20$. Per circa 2.0 m si dispone un'armatura a taglio costituita da barre $\Phi 12/20$ a due braccia.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: S6

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S6.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 28.80 daN/cm²

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	53 di 71

Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	100.00
3	50.00	100.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-43.00	7.00	22
2	-43.00	93.00	22
3	43.00	93.00	22
4	43.00	7.00	22

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	22
2	2	3	3	22

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3554	95824	0	59622	0

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	54 di 71

2	9675	83539	0	48824	0
3	14279	51161	0	28450	0

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

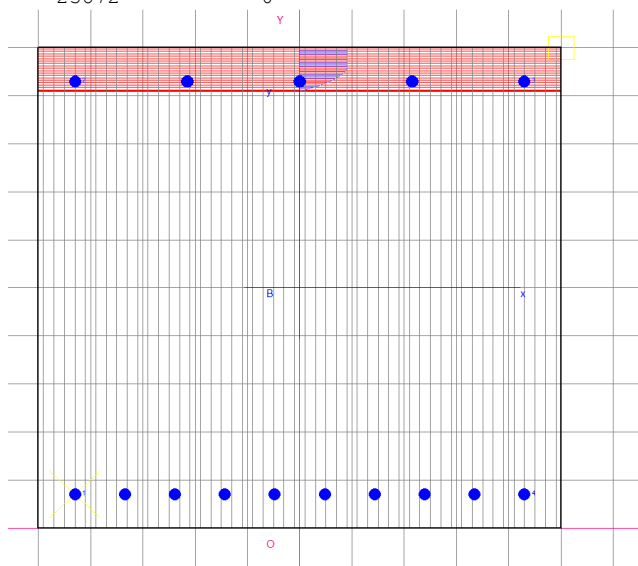
N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8529	64075	0
2	10832	56146	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	19837	23872	0



RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
---------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	55 di 71

1	S	3554	95824	0	3543	141348	0	1.475
2	S	9675	83539	0	9651	143683	0	1.718
3	S	14279	51161	0	14275	145446	0	2.834

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01194	50.0	100.0	0.00098	43.0	93.0	-0.03001	-43.0	7.0
2	0.00350	-0.01155	50.0	100.0	0.00104	43.0	93.0	-0.02915	-43.0	7.0
3	0.00350	-0.01125	50.0	100.0	0.00109	43.0	93.0	-0.02850	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000360273	-0.032527303		
2	0.000000000	0.000351114	-0.031611417		
3	0.000000000	0.000344089	-0.030908941		

ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.3]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	59622	229389	92604	93.0	100.0	21.80°	1.002	7.3
2	S	48824	230272	92604	93.0	100.0	21.80°	1.006	6.0
3	S	28450	230937	92604	93.0	100.0	21.80°	1.009	3.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	56 di 71

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	51.5	-50.0	100.0	-1890	-33.4	7.0	2215	235	0.191	0.151
2	S	45.4	-50.0	100.0	-1617	-14.3	7.0	2215	235	0.191	0.129

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	20.3	-50.0	100.0	-517	14.3	7.0	2215	231	0.182	0.041

6.5.7 SOLETTA INFERIORE - MEZZERIA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S7				
SOLETTA INFERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	179.4	-12.3	-1040.8
SLU	A2+M2	222.1	-14.5	-824.0
SLU	SLV	279.7	-34.4	-393.8
SLE	RARA	89.9	100.5	-700.6
SLE	FESS. RARA	105.5	86.7	-630.7
SLE	Q.PERM.	169.9	31.5	-345.8

VERIFICHE

La soletta inferiore in mezzeria è armata inferiormente con barre $\Phi 22/20$ e superiormente con $\Phi 22/10$. Non è necessaria armatura a taglio.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: S7

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO_MIC\sottovia\rc_sec\S7.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	57 di 71

Modulo Elastico Normale E_c : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	100.00
3	50.00	100.00
4	50.00	0.00

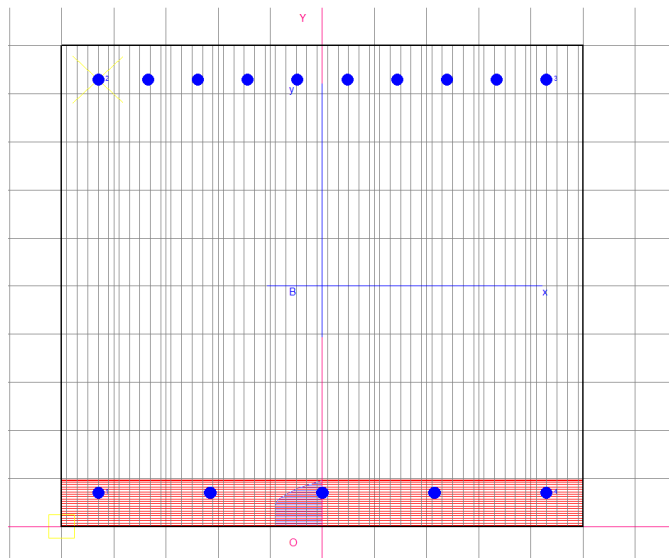
DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-43.00	7.00	22
2	-43.00	93.00	22
3	43.00	93.00	22
4	43.00	7.00	22

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	58 di 71



DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	22
2	2	3	8	22

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	17942	-104084	0	10	0
2	22215	-82401	0	10	0
3	27972	-39375	0	10	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8993	-70058	0
2	10553	-63069	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	59 di 71

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	16994	-34581	0

RISULTATI DEL CALCOLO

 Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	17942	-104084	0	17926	-146839	0	1.410
2	S	22215	-82401	0	22211	-148474	0	1.798
3	S	27972	-39375	0	28001	-150679	0	3.792

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01102	-50.0	0.0	0.00113	-43.0	7.0	-0.02800	-43.0	93.0
2	0.00350	-0.01076	-50.0	0.0	0.00117	-43.0	7.0	-0.02744	-43.0	93.0
3	0.00350	-0.01040	-50.0	0.0	0.00123	-43.0	7.0	-0.02667	-43.0	93.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000338754	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000332708	0.003500000		
3	0.000000000	-0.000324438	0.003500000		

verifica a taglio

h	1000 mm	Rck	35
d	941 mm	fck	29.05
bw	1000 mm	yc	1.5

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	60 di 71

$1+(200/d)^{0,5}$	1.461				
k	1.461	As	10	Φ	22.0
Asl	3801	mm ²			
Asl/(bw·d)	0.0040				
ρ1	0.004	Vrd	374.9	kN	
vmin	0.333	Ved	34.42	kN	
vmin·bw·d	313484	N			
Vrd	374908	N	VERIFICATO		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	56.3	50.0	0.0	-2071	33.4	93.0	2215	235	0.191	0.166
2	S	50.9	50.0	0.0	-1835	33.4	93.0	2215	235	0.191	0.147

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	28.7	50.0	0.0	-878	33.4	93.0	2215	233	0.187	0.070

6.6 VERIFICHE GEO

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale condotta con il programma di calcolo SAP2000. In particolare, si sono considerate le reazioni delle molle in fondazione per ogni Load Case, combinandole attraverso i coefficienti relativi alle sezioni S6 e S7, con riferimento alla combinazione più gravosa tra A1 + M1 e SISMA SLV. La reazione totale è identica per entrambi i gruppi di coefficienti e, quindi, nel seguito si riporta solo quella che risulta dall'applicazione dei coefficienti relativi alla sezione S7.

Si assume che la profondità del piano di posa del sottovia sia a 1.5 m dal piano campagna (D=1.5 m).

Il terreno di fondazione (Ls) è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 0$$

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OutputCase	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
Text	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
DEAD	91.87	76.37	75.22	49.53	49.14	49.01	49.14	49.53	75.22	76.37	91.87
PERM	7.96	6.51	6.31	4.10	4.03	4.00	4.03	4.10	6.31	6.51	7.96
BALLAST	19.11	15.62	15.13	9.83	9.67	9.61	9.67	9.83	15.13	15.62	19.11
SPBSX	-7.19	-4.71	-3.43	-1.48	-0.71	0.04	0.79	1.54	3.47	4.67	7.02
SPBDX	7.03	4.67	3.46	1.54	0.79	0.04	-0.71	-1.48	-3.43	-4.71	-7.18
SPTSX	-26.50	-17.27	-12.50	-5.34	-2.50	0.25	2.96	5.67	12.69	17.02	25.53
SPTDX	25.55	17.02	12.68	5.67	2.94	0.24	-2.51	-5.35	-12.50	-17.27	-26.47
ACC	61.01	49.81	48.22	31.30	30.76	30.58	30.76	31.30	48.22	49.81	61.01
SPACCSX	-26.83	-17.59	-12.82	-5.53	-2.65	0.16	2.94	5.74	12.94	17.43	26.21
SPACCDX	26.23	17.43	12.93	5.74	2.93	0.15	-2.66	-5.54	-12.82	-17.58	-26.81
AVV	-38.74	-25.73	-19.01	-8.35	-4.15	0.00	4.15	8.36	19.01	25.73	38.73
TERMF	-0.15	-0.04	0.03	0.05	0.07	0.08	0.07	0.05	0.03	-0.04	-0.15
TERMU	0.51	0.13	-0.10	-0.17	-0.24	-0.26	-0.24	-0.17	-0.10	0.13	0.51
RITIRO	-0.38	-0.10	0.07	0.13	0.18	0.19	0.18	0.13	0.07	-0.10	-0.38
SPSSX	-18.67	-12.24	-8.92	-3.85	-1.84	0.11	2.04	4.00	9.00	12.13	18.24
SISMAV	4.32	3.54	3.44	2.24	2.21	2.19	2.21	2.24	3.44	3.54	4.32
SISMAH	-15.72	-10.40	-7.66	-3.36	-1.67	0.00	1.67	3.36	7.66	10.40	15.72

A1+M1

γ (A1)	γ (M1)	ψ_0	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
			kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1.3	1	1	119.43	99.29	97.79	64.39	63.88	63.71	63.88	64.39	97.79	99.29	119.43
1.5	1	1	11.94	9.76	9.46	6.14	6.04	6.01	6.04	6.14	9.46	9.76	11.94
1.5	1	1	28.67	23.43	22.70	14.75	14.50	14.41	14.50	14.75	22.70	23.43	28.67
1	1	1	-7.19	-4.71	-3.43	-1.48	-0.71	0.04	0.79	1.54	3.47	4.67	7.02
1	1	1	7.03	4.67	3.46	1.54	0.79	0.04	-0.71	-1.48	-3.43	-4.71	-7.18

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	62 di 71

1	1	1	-26.50	-17.27	-12.50	-5.34	-2.50	0.25	2.96	5.67	12.69	17.02	25.53	
1	1	1	25.55	17.02	12.68	5.67	2.94	0.24	-2.51	-5.35	-12.50	-17.27	-26.47	
1.5	1	1	91.52	74.72	72.33	46.95	46.14	45.87	46.14	46.95	72.33	74.72	91.52	
1.5	1	1	-40.24	-26.38	-19.23	-8.30	-3.97	0.24	4.41	8.62	19.40	26.14	39.32	
1.5	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.5	1	1	-58.12	-38.59	-28.52	-12.53	-6.22	0.00	6.23	12.53	28.52	38.59	58.10	
1.5	1	1	-0.22	-0.06	0.04	0.08	0.10	0.11	0.10	0.08	0.04	-0.06	-0.22	
1.5	1	0.6	-0.46	-0.12	0.09	0.16	0.22	0.23	0.22	0.16	0.09	-0.12	-0.46	
1.2	1	0.6	-0.27	-0.07	0.05	0.09	0.13	0.14	0.13	0.09	0.05	-0.07	-0.27	
1.2	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			151.15	141.68	154.92	112.10	121.34	131.28	142.16	154.08	250.59	271.39	346.92	1977.62

Tabella 1 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione A1 + M1.

		SISMA SLV											
γ (Asis)	γ (M1)	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1	1	91.87	76.37	75.22	49.53	49.14	49.01	49.14	49.53	75.22	76.37	91.87	
1	1	7.96	6.51	6.31	4.10	4.03	4.00	4.03	4.10	6.31	6.51	7.96	
1	1	19.11	15.62	15.13	9.83	9.67	9.61	9.67	9.83	15.13	15.62	19.11	
1	1	-8.79	-5.76	-4.20	-1.81	-0.87	0.05	0.96	1.88	4.24	5.71	8.59	
1	1	8.59	5.71	4.24	1.88	0.96	0.05	-0.87	-1.81	-4.20	-5.76	-8.78	
1	1	-32.40	-21.12	-15.28	-6.53	-3.06	0.30	3.61	6.94	15.51	20.81	31.21	
1	1	31.24	20.82	15.51	6.93	3.60	0.29	-3.07	-6.54	-15.29	-21.11	-32.37	
0.2	1	12.20	9.96	9.64	6.26	6.15	6.12	6.15	6.26	9.64	9.96	12.20	
0.2	1	-5.37	-3.52	-2.56	-1.11	-0.53	0.03	0.59	1.15	2.59	3.49	5.24	
0.2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.2	1	-9.48	-6.29	-4.65	-2.04	-1.01	0.00	1.01	2.04	4.65	6.29	9.47	
0.2	1	-0.03	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.03	
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	1	1.30	1.06	1.03	0.67	0.66	0.66	0.66	0.67	1.03	1.06	1.30	
1	1	-15.72	-10.40	-7.66	-3.36	-1.67	0.00	1.67	3.36	7.66	10.40	15.72	
		100.50	88.95	92.72	64.35	67.09	70.13	73.57	77.42	122.50	129.34	161.49	1048.07

Tabella 2 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione SISMA SLV.

6.6.1 VERIFICA STATICA

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

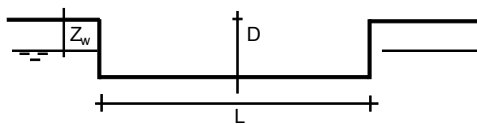
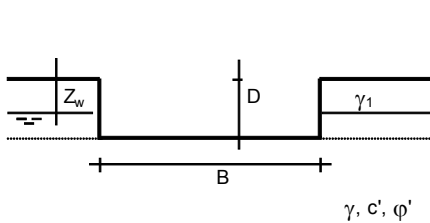
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

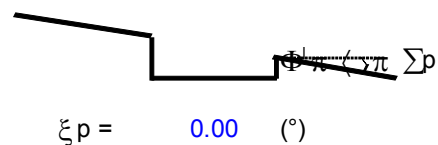
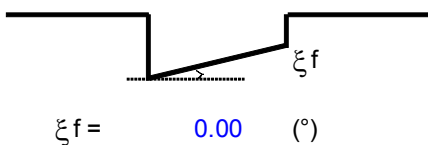
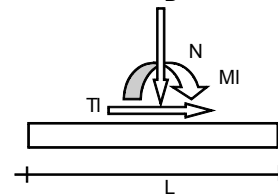
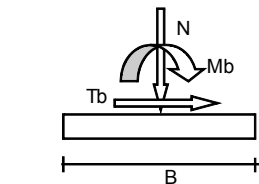
L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo	coefficienti parziali						
	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	



B = 11.10 (m)
L = 100.00 (m)
D = 1.50 (m)



**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	64 di 71

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1977.62		1977.62
Mb [kNm]	0.00		0.00
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	0.00		0.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 19.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 26.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 26.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 3.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned}e_B &= 0.00 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B^* &= 11.10 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 28.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 10.35 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 11.85$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 22.25$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 12.54$$

s_c, s_q, s_{\gamma} : fattori di forma

SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico descrittiva e di calcolo della struttura scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	65 di 71

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$

d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B$$

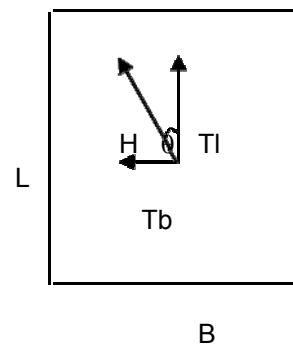
$$\text{per } D/B > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B)$$

$$d_q = 1.30$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.33$$

$$d_\gamma = 1$$



**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	66 di 71

$$d_{\gamma} = 1.00$$

b_c, b_q, b_{γ} : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_{\gamma} = b_q$$

$$b_{\gamma} = 1.00$$

g_c, g_q, g_{γ} : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_{\gamma} = g_q$$

$$g_{\gamma} = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 504.90 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 178.16 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 219.52 \geq q = 178.16 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
 descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	67 di 71

6.6.2 VERIFICA sismica

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1048.07		1048.07
Mb [kNm]	0.00		0.00
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	0.00		0.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 26.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 26.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 3.00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 11.10 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 28.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 10.35 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 11.85$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 22.25$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 12.54$$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	68 di 71

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan(\varphi') / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastroforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

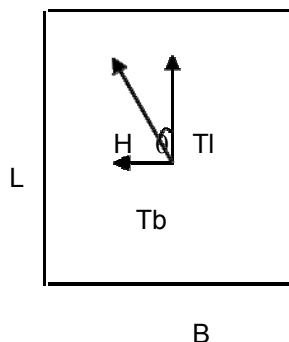
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi')))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



B

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan(\varphi') (1 - \sin(\varphi'))^2) \cdot \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.30$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi'))$$

$$d_c = 1.33$$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	69 di 71

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

b_c, b_q, b_y : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_y = b_q$$

$$b_y = 1.00$$

g_c, g_q, g_y : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_y = g_q$$

$$g_y = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 504.90 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 94.42 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	70 di 71

$$q_{lim} / \gamma_R = 219.52 \geq q = 94.42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

**SL01 - Sottovia Strada per Formosa - Relazione tecnico
descrittiva e di calcolo della struttura scatolare**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL SL0100 001	B	71 di 71

7 INCIDENZE

Soletta di copertura	140 kg/mc
Piedritti	100 kg/mc
Soletta di fondo	70 kg/mc