

COMMITTENTE:

194



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD – PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



U.O. : PRODUZIONE SUD E ISOLE

PROGETTO PRELIMINARE

LINEA PESCARA – BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e) – LESINA (e)  
LOTTO 03 CAMPOMARINO - RIPALTA

SL – SOTTOVIA

Relazione descrittiva e predimensionamento

SCALA:

-
---

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

L 0 3 2    0 3    R    7 8    RO    S L 0 0 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Cantone	Gen. 2013	R. Discuroto	Gen. 2013	F. Gemone	Gen. 2013	D. Tiberti	Gen. 2013

ITALFERR  
 Centro di Produzione Napoli  
 Dott. Ing. Dario TIBERTI  
 Circolare Ing. n° 10676

File: L03203R78ROSL0000001A.doc

n. Elab.:

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 2 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	-------------------

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
1.1	SL01 SOTTOVIA KM 13+164 (10,50x5,50).....	4
1.2	SL02 SOTTOVIA KM 14+385 (10,50x5,50).....	6
1.3	SL03 SOTTOVIA KM 19+936 (5,50x6,00).....	8
2	DESCRIZIONE.....	11
3	NORMATIVA.....	12
4	MATERIALI UTILIZZATI E PARAMETRI DI PROGETTO .....	13
4.1	CALCESTRUZZO C28/35 MPA .....	13
4.2	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C .....	13
4.3	STATO LIMITE APERTURA DELLE FESSURE.....	14
4.4	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	15
5	ANALISI DEI CARICHI .....	16
5.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI (CONDIZIONE PERM) .....	16
5.2	SPINTA DEL TERRENO (CONDIZIONI SPTSX E SPTDX) .....	16
5.3	CARICHI ACCIDENTALI, RIPARTIZIONE CARICHI VERTICALI (CONDIZIONE ACC-M) .....	17
5.4	SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO ( CONDIZIONI SPACCSX E SPACCDX) .....	18
5.5	AZIONI TERMICHE (CONDIZIONE:TERM).....	18
5.6	RITIRO (CONDIZIONE: RITIRO) .....	19
5.7	SISMICHE .....	19
5.8	COMBINAZIONI DI CARICO .....	19
6	MODELLAZIONE ADOTTATA .....	21
7	RISULTATI E VERIFICHE .....	22
7.1	SOTTOVIA 10.5x5.50.....	22



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	3 di 32

7.2 SOTTOVIA 5.50X6.00.....27

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 4 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	-------------------

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto preliminare del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Raddoppio Termoli - Lesina, Lotto 3 : Campomarino - Ripalta.

Nel lotto sono presenti tre sottovia di nuova realizzazione necessari per la soluzione di altrettante interferenze fra il tracciato ferroviario di progetto ed altrettante viabilità (nuove o esistenti).

### 1.1 SL01 Sottovia km 13+164 (10,50x5,50)

L'opera si rende necessaria nell'ambito della "NV06" per risolvere l'interferenza fra il tracciato di progetto e una viabilità locale esistente.

Nelle figure seguenti sono riportati uno stralcio planimetrico, una sezione longitudinale e una sezione trasversale sull'opera.

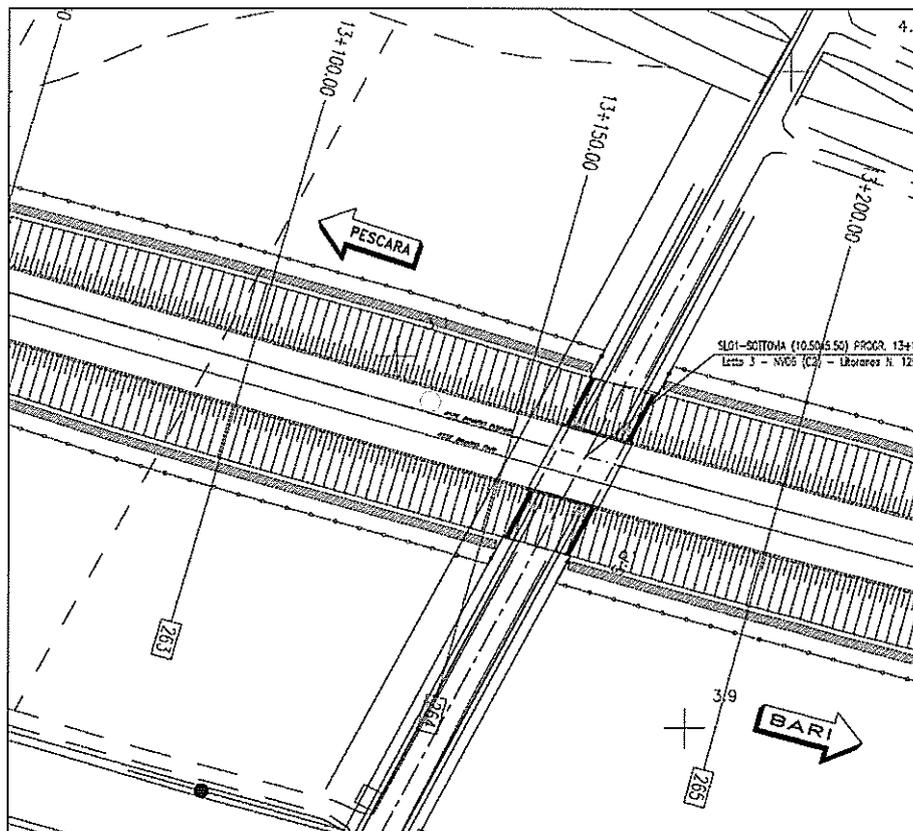


Figura 1 - SL01 : Stralcio planimetrico

SOTTOVIA: Relazione  
predimensionamento

descrittiva e

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	5 di 32

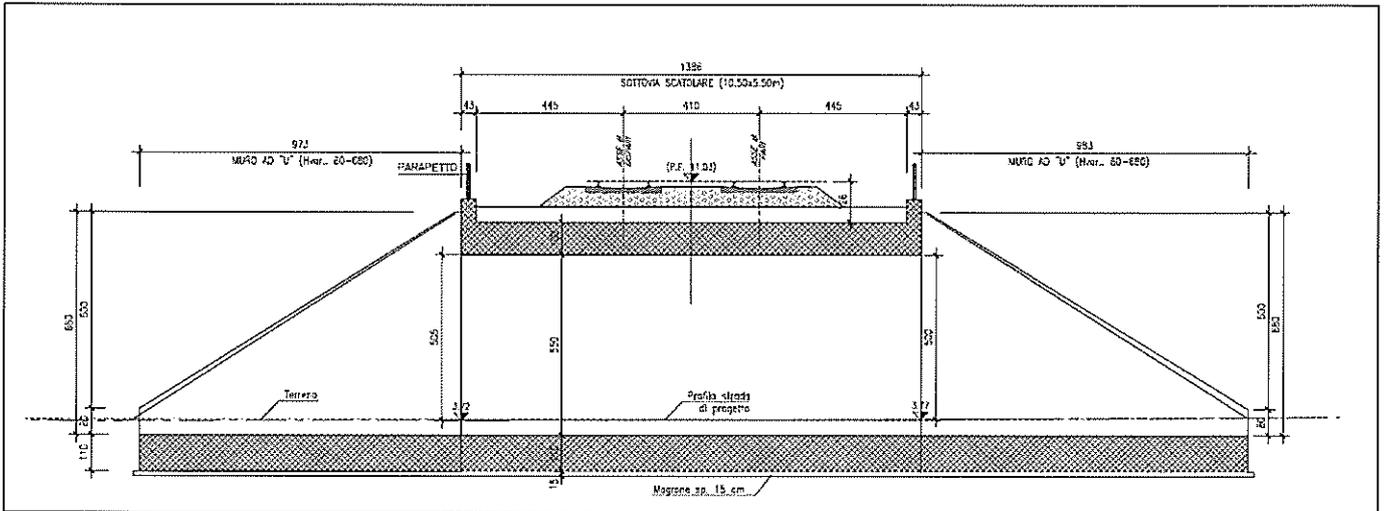


Figura 2 -SL01 : Sezione longitudinale

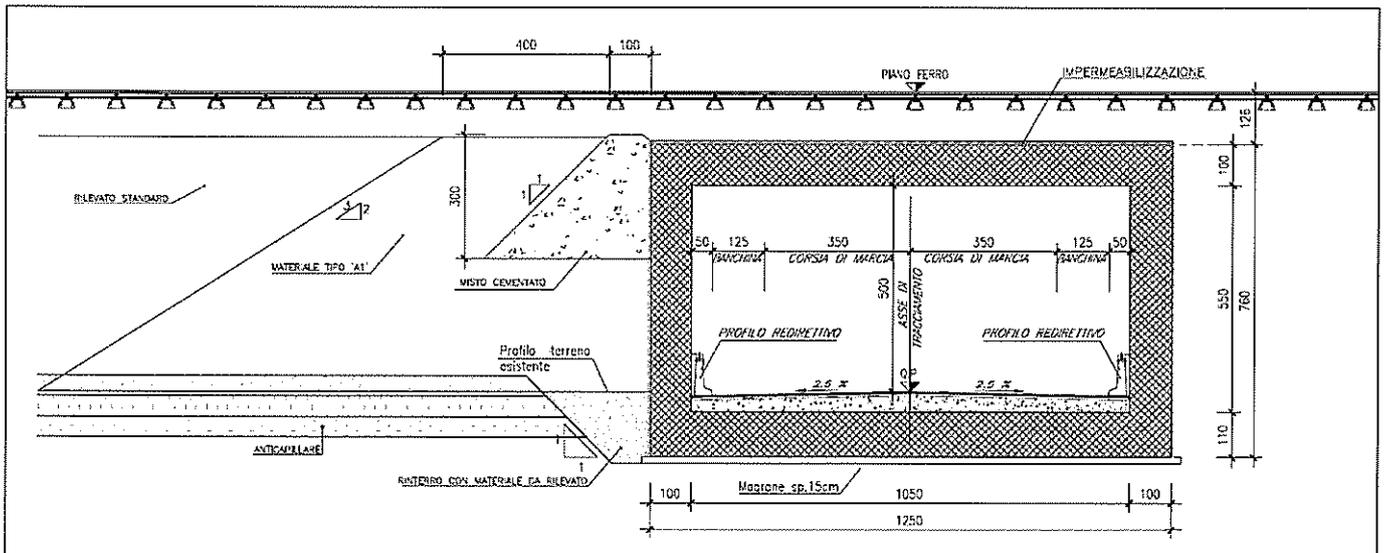


Figura 3 -SL01 : Sezione trasversale

Il sottovia si sviluppa in sezione scatolare per circa 14.0 m e fra muri ad U di altezza variabile ai due lati del rilevato ferroviario per circa 10.0 m.

Lo scatolare ha dimensioni nette pari a 10.50 m (larghezza) e 5.50 m (altezza) ed ospita due corsie di marcia di 3.50 m ciascuna, due banchine laterali di 1.25 m e i profili redirettivi laterali di 0.5 m di ingombro ciascuno.

Gli spessori delle pareti sono pari ad 1.0 m per i piedritti e per il solettone di copertura e ad 1.1 m per il solettone di fondo.

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	6 di 32

## 1.2 SL02 Sottovia km 14+385 (10,50x5,50)

L'opera si rende necessaria nell'ambito della "NV07" per risolvere l'interferenza fra il tracciato di progetto e una viabilità locale esistente.

Nelle figure seguenti sono riportati uno stralcio planimetrico, una sezione longitudinale e una sezione trasversale sull'opera.

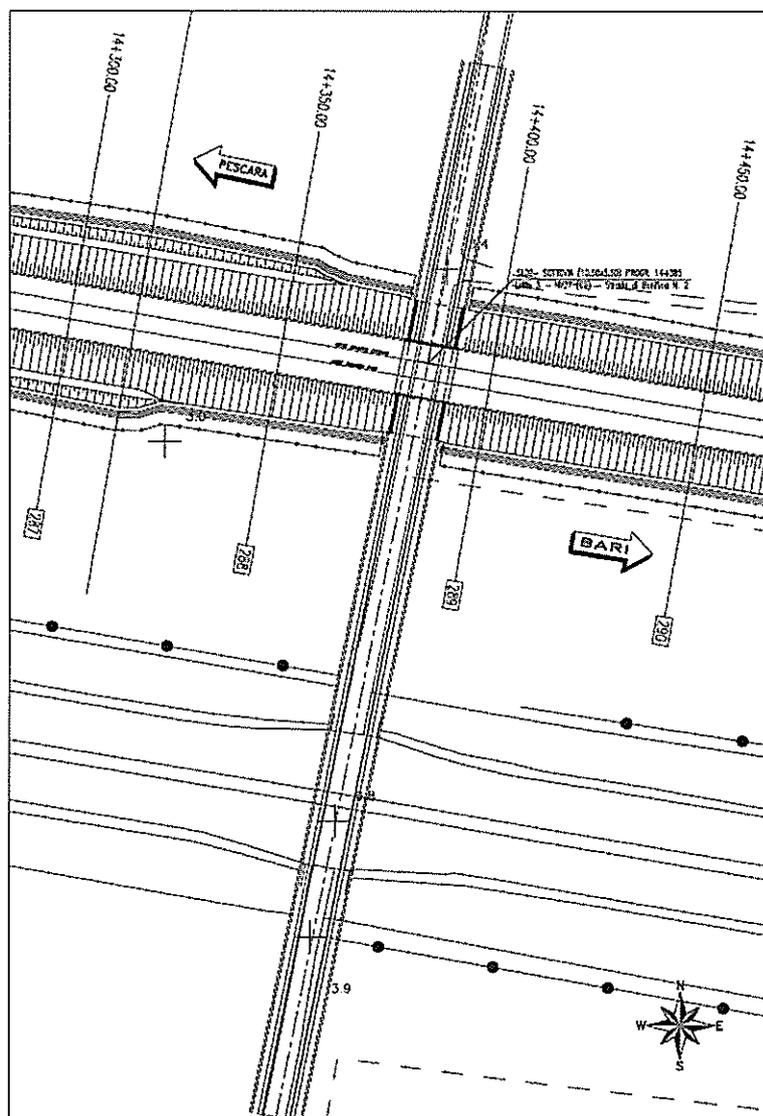


Figura 4 - SL02 : Stralcio planimetrico

SOTTOVIA: Relazione  
predimensionamento

descrittiva

e

COMMESSA  
L032

LOTTO  
03

CODIFICA  
R78 RO

DOCUMENTO  
SL 00 00 001

REV.  
A

FOGLIO  
7 di 32

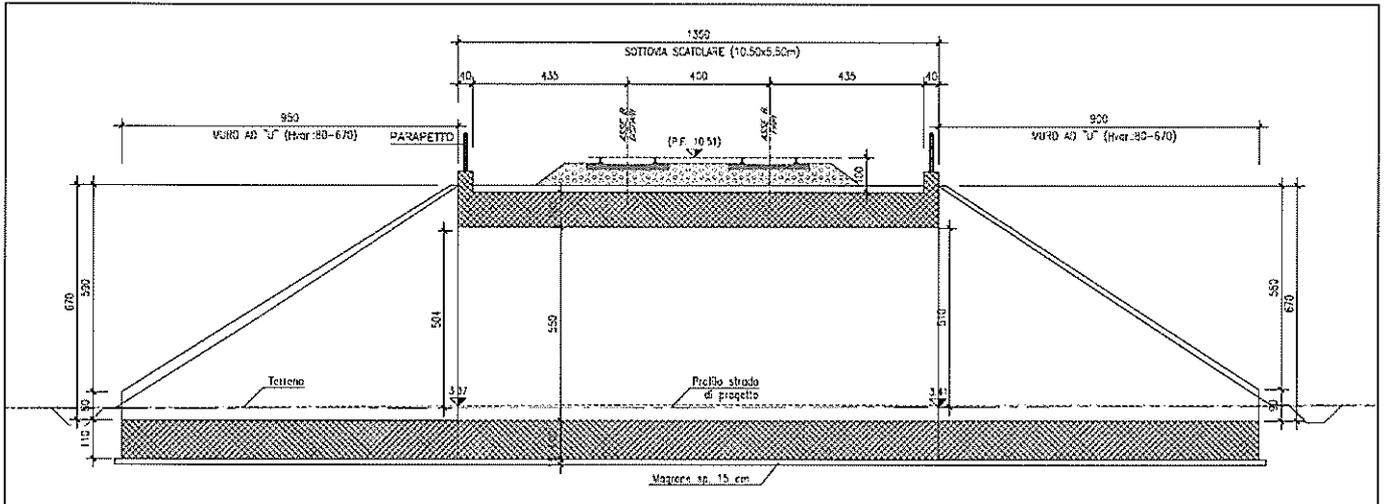


Figura 5 -SL02 : Sezione longitudinale

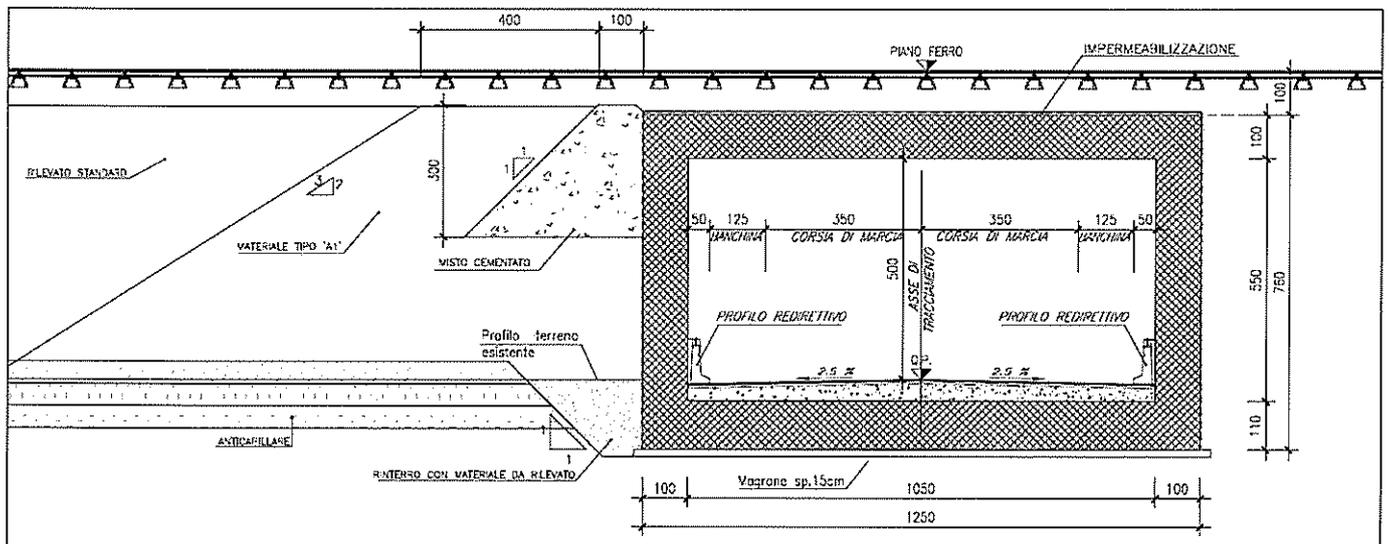


Figura 6 -SL01 : Sezione trasversale

Il sottovia si sviluppa in sezione scatolare per circa 13.5 m e fra muri ad U di altezza variabile ai due lati del rilevato ferroviario per circa 9.0 m.

Lo scatolare ha dimensioni nette pari a 10.50 m (larghezza) e 5.50 m (altezza) ed ospita due corsie di marcia di 3.50 m ciascuna, due banchine laterali di 1.25 m e i profili redirettivi laterali di 0.5 m di ingombro ciascuno.

Gli spessori delle pareti sono pari ad 1.0 m per i piedritti e per il solettone di copertura e ad 1.1 m per il solettone di fondo.

SOTTOVIA:	Relazione	descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
predimensionamento				L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	8 di 32

### 1.3 SL03 Sottovia km 19+936 (5,50x6,00)

L'opera si rende necessaria nell'ambito della "NV09" per risolvere l'interferenza fra il tracciato di progetto e una nuova viabilità locale.

Nelle figure seguenti sono riportati uno stralcio planimetrico, una sezione longitudinale e una sezione trasversale sull'opera.

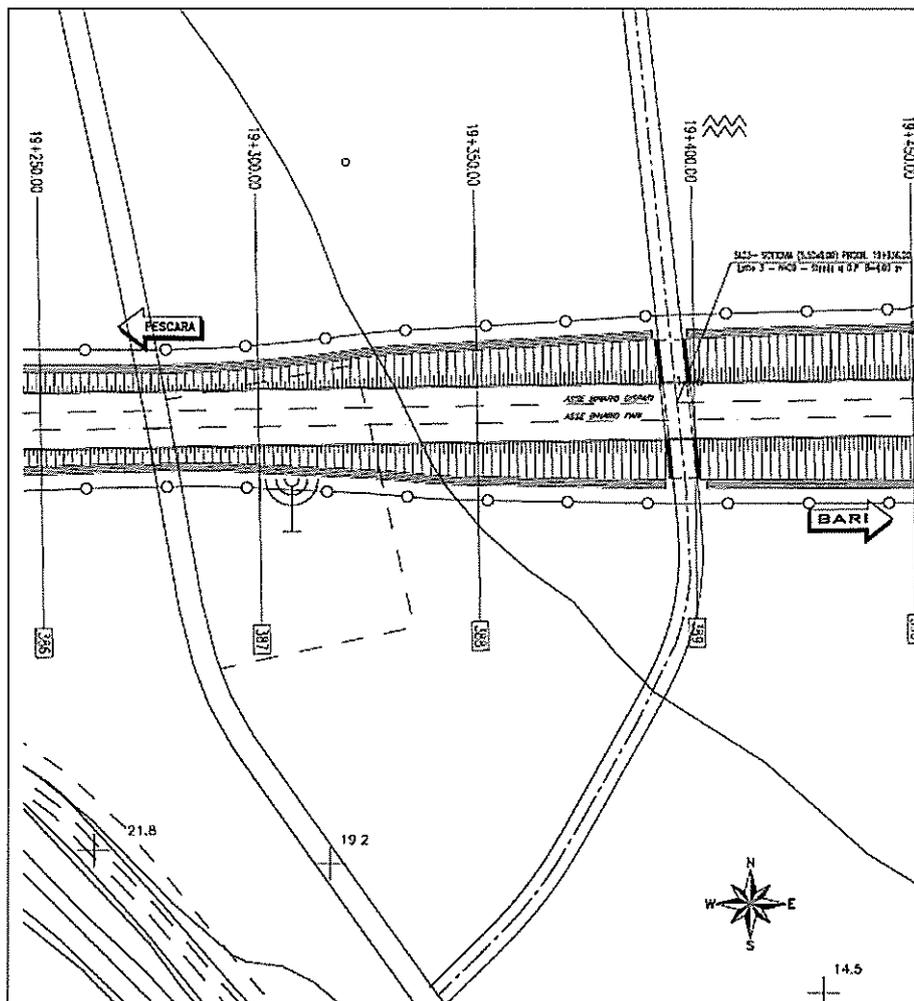


Figura 7 - SL03 : Stralcio planimetrico

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 9 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	-------------------

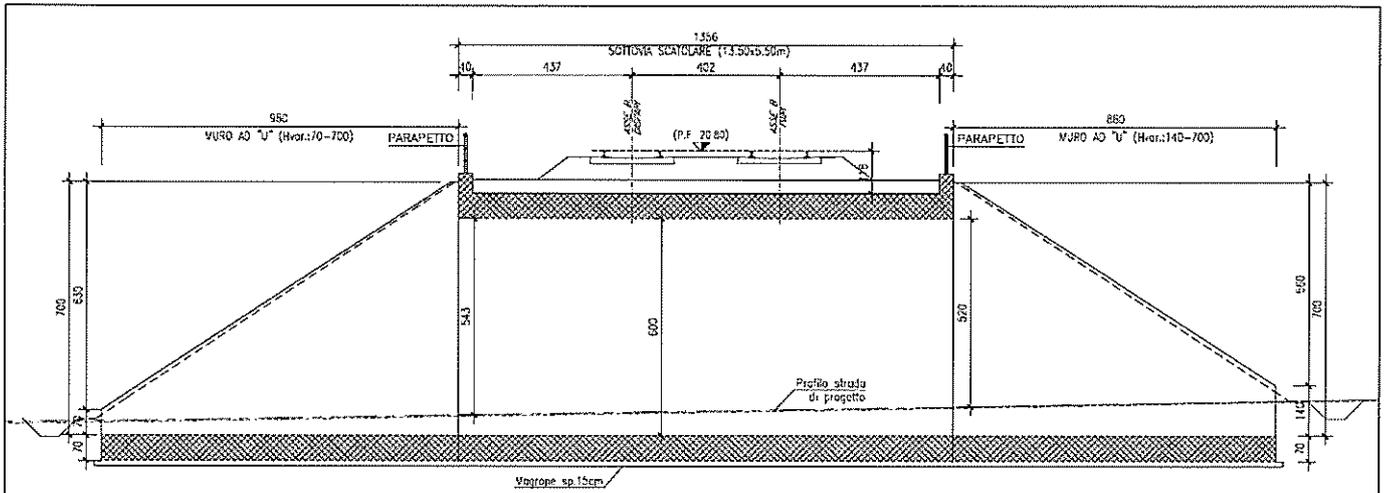


Figura 8 -SL03 : Sezione longitudinale

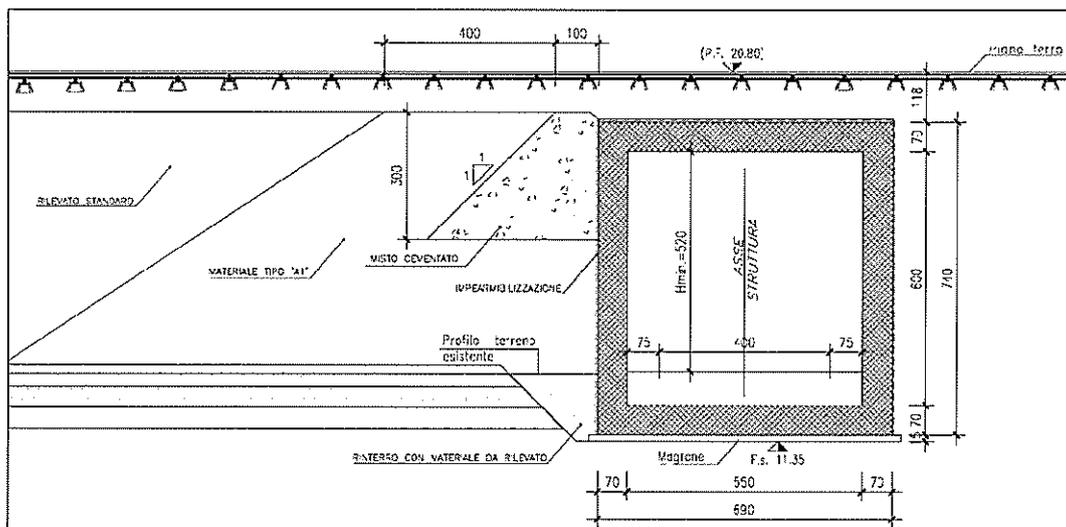


Figura 9 -SL03 : Sezione trasversale

Il sottovia si sviluppa in sezione scatolare per circa 13.5 m e fra muri ad U di altezza variabile ai due lati del rilevato ferroviario per circa 9.0 m.

Lo scatolare ha dimensioni nette pari a 5.50 m (larghezza) e 6.00 m (altezza).

Gli spessori delle pareti sono pari ad 0.7 m.



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
predimensionamento

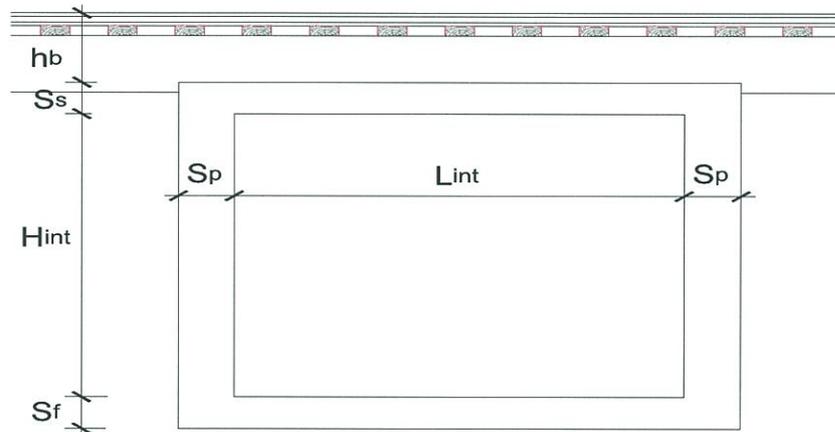
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	10 di 32

Nei paragrafi seguenti sono riportati i calcoli di predimensionamento dei sottovia previsti lungo il tracciato.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

## 2 DESCRIZIONE

Le opere sono costituite da strutture scatolari di tipo classico, caratterizzate dalle dimensioni indicate nella seguente tabella.



**Figura 10 - Geometria schematica delle opere**

Tipologia	$B_{int}$ (cm)	$H_{int}$ (cm)	$S_p$ (cm)	$S_s$ (cm)	$S_f$ (cm)	Pk
10.5x5.50	1050	550	100	100	110	13+164
10.5x5.50	1050	550	100	100	110	14+385
5.50x6.00	550	600	70	70	70	19+936

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Per il dimensionamento dei sottovia sono stati esaminati schemi piani, rappresentativi di una fascia di struttura di lunghezza unitaria.

Le unità di misura usate nella relazione:

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

L'opera in oggetto è stata progettata seguendo sostanzialmente le prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009 n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	12 di 32

### 3 NORMATIVA

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

- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1992-1-1 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo"
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

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

- Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto - binario - "RFI DTC INC PO SP IFS 001 A".
- Istruzioni tecniche per la progettazione di manufatti sotto-binario da costruire in zona sismica - "RFI DTC ICI PO SP INF 004 A".

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 13 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

## 4 MATERIALI UTILIZZATI E PARAMETRI DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzo C28/35 MPA

Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$
dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$ ;	$f_{cd} = 15.87 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$
dove $\gamma_m = 1.5$	$f_{ctd} = 1.29 \text{ N/mm}^2$ .
Modulo elastico	$E_c = 32300 \text{ N/mm}^2$ .
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00E-05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

### 4.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450 C

B450 C (controllato in stabilimento)

$f_{yk}$	= 450 MPa tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd}$	= $f_{yk} / 1.15 = 391$ MPa tensione caratteristica di calcolo
$E_s$	= 210000 MPa modulo elastico

Stato limite di esercizio SLE:

$$\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e predimensionamento	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 14 di 32
------------------------------------------------------	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

### 4.3 Stato limite apertura delle fessure

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

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

I valori limite sono pari a:

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

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

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



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	15 di 32

#### 4.4 Stratigrafia e parametri geotecnici di progetto

Ai fini del predimensionamento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\varphi' = 34^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

L'interazione terreno-fondazione è stata schematizzata con un modello di suolo alla Winkler, caratterizzato da una costante di sottofondo di valore  $k_w = 10000 \text{ kN/m}^3$ .

## 5 ANALISI DEI CARICHI

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

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

**Tabella 1 – Caratteristiche materiali e terreno**

Materiali	$\gamma$	$\phi$
	KN/m <sup>3</sup>	°
calcestruzzo armato	25	-
ballast+armamento	18	-
terreno a ridosso dei piedritti	20	35
terreno di fondazione	20	35

### 5.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati (condizione PERM)

Il *peso proprio* delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

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

Peso ballast:  $P_b = 1,00 * 18 = 18.0 \text{ kN/m}$

### 5.2 Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo. Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula  $K_0 = 1 - \sin\Phi'$ , per cui si ottiene il valore  $K_0=0,426$ .

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 17 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$P = (P_b + h_{\text{variabile}} * \gamma_{\text{terreno\_piedritto}}) * K_o$$

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

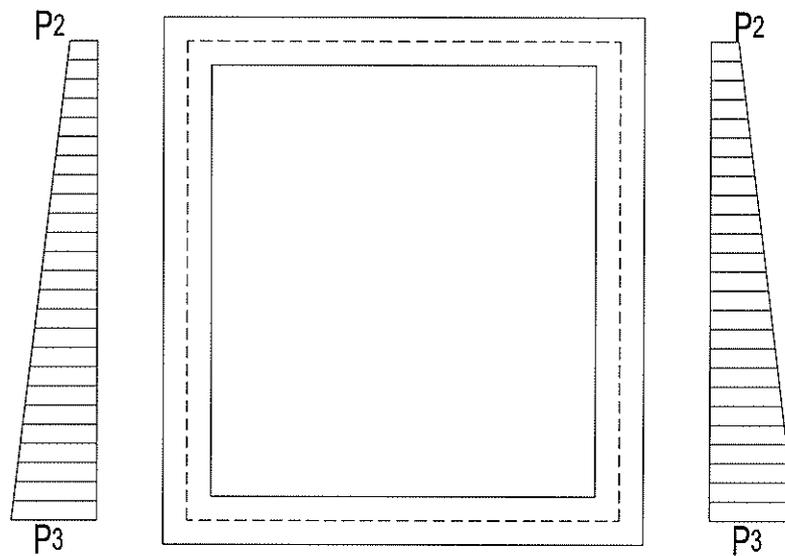
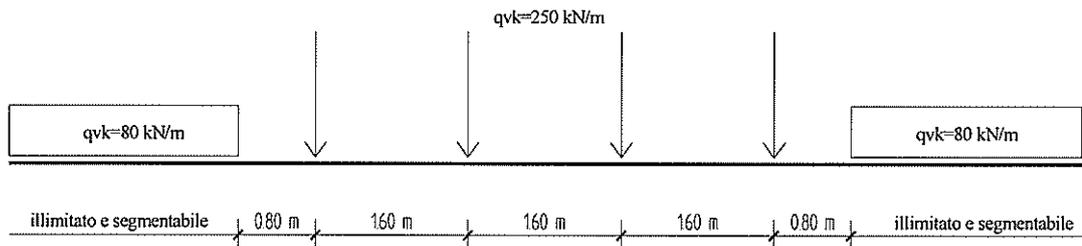


Figura 11 - Spinte del terreno

### 5.3 Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACC-M)

Il carico accidentale più sfavorevole per l'opera in esame è quello rappresentato dal treno LM71.

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 18 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------



**Figura 12 - Treno LM71**

Il coefficiente dinamico  $\Phi$  è stato assunto pari ad 1.50.

I sovraccarico ferroviario (LM71) è stato distribuito, nella direzione trasversale, attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 e a  $45^\circ$  all'interno della soletta di copertura.

In senso longitudinale, invece, si è assunto che il carico si distribuisce sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6,40 m.

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti.

#### 5.4 Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico ( condizioni SPACCSX e SPACCDX)

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate, che vale:

$$s = [(250 \cdot 4) \cdot \alpha / L_d \cdot 6,40] \cdot K_0$$

#### 5.5 Azioni termiche (condizione:TERM)

Alla soletta superiore si è applicata una variazione termica uniforme pari a  $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$  ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a  $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$ ,



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 19 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

## 5.6 Ritiro (condizione: RITIRO)

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a:  $\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

## 5.7 sismiche

La valutazione degli effetti delle azioni sismiche è rimandata alle fasi successive di progettazione.

## 5.8 Combinazioni di carico

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

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Si rimanda alla tabella 5.2.III del DM 14/01/2008 per i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari caricati.

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 alla quale si rimanda.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU è stato considerato il solo Gruppo 1, mentre per la verifica a fessurazione agli SLE è stato utilizzato il Gruppo 4.

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative.

### *Combinazione fondamentale*

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

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
 predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	20 di 32

Combinazioni di carico SLU												
	1slu	2slu	3slu	4slu	5slu	6slu	7slu	8slu	9slu	10slu	11slu	12slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35
SPTDX	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0
SPACCDX	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16
Term	0	-0.9	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5
Ritiro	0	1.2	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE utilizzate per le verifiche a fessurazione.

#### Combinazione frequente

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

Combinazioni di carico SLE			
	1 sle	2 sle	3 sle
DEAD	1	1	1
PERM	1	1	1
SPTSX	1	1	1
SPTDX	0.8	0.8	0.8
ACCM	0	0	0
SPACCSX	0.8	0.8	0
SPACCDX	0.8	0.8	0.8
Term	-0.5	0.5	-0.5
Ritiro	0	0	1



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	21 di 32

## 6 MODELLAZIONE ADOTTATA

I modelli di calcolo attraverso i quali sono state schematizzate le strutture sono dei telai chiusi su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000 v.11.0.9.

La modellazione dei piedritti e delle solette è stata effettuata mediante un insieme di aste di larghezza unitaria e di spessore analogo a quello degli elementi che costituiscono la struttura.

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo, per il quale è stata considerata una costante di sottofondo  $K_s = 10000 \text{ kN/m}^3$

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 22 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

## 7 RISULTATI E VERIFICHE

### 7.1 Sottovia 10.5x5.50

Di seguito si riportano i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Taglio, Flessione e Sforzo normale, ottenuti rispettivamente per:

- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLU (Inv\_SLU)
- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLE

#### Inv\_SLU

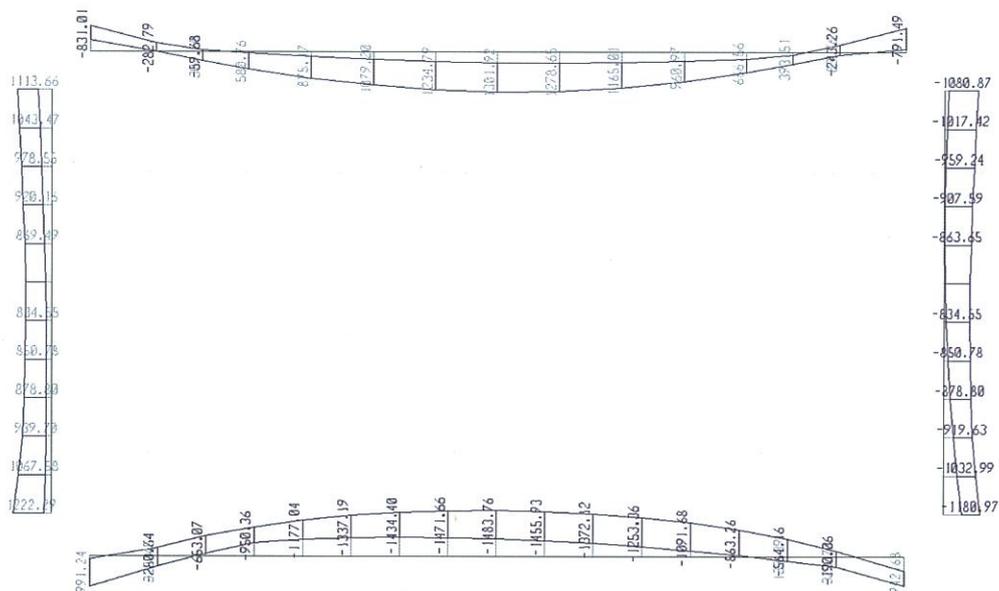


Figura 13 - Inv\_SLU – Diagramma del momento flettente

SOTTOVIA:	Relazione	descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
predimensionamento				L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	23 di 32

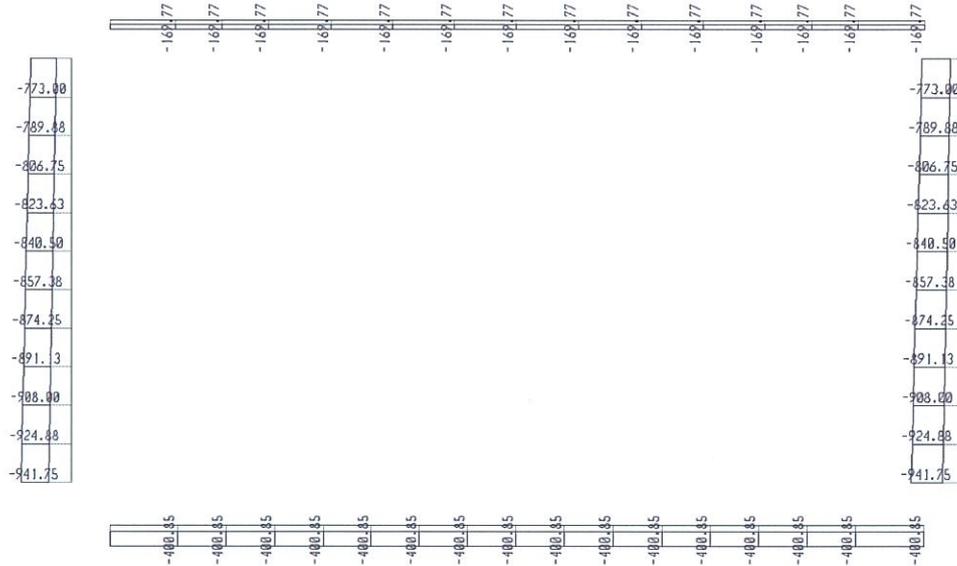


Figura 14 - Inv\_SLU – Diagramma dello sforzo normale

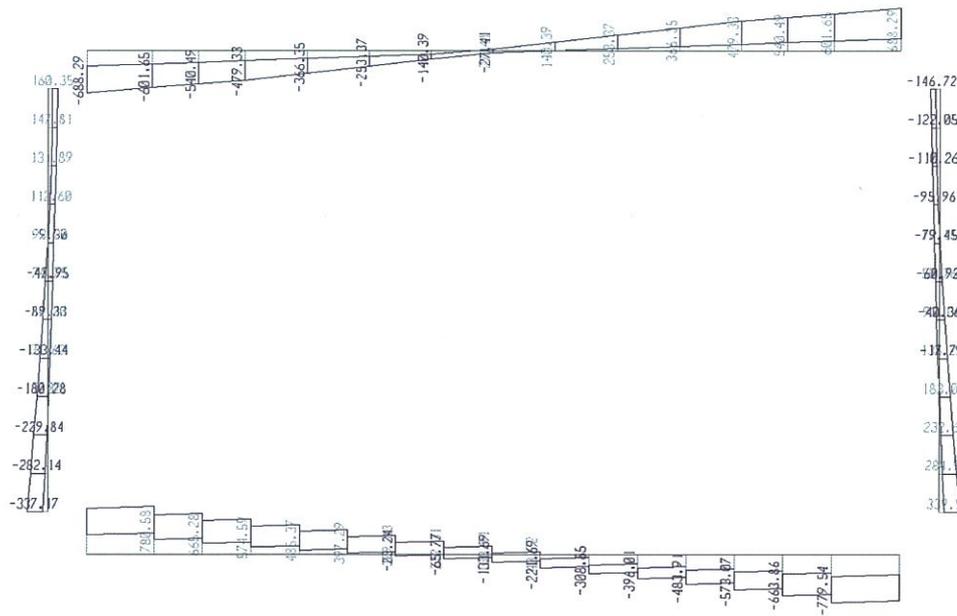


Figura 15 - Inv\_SLU – Diagramma del taglio

SOTTOVIA:	Relazione	descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
predimensionamento				L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	24 di 32

Inv\_SLE

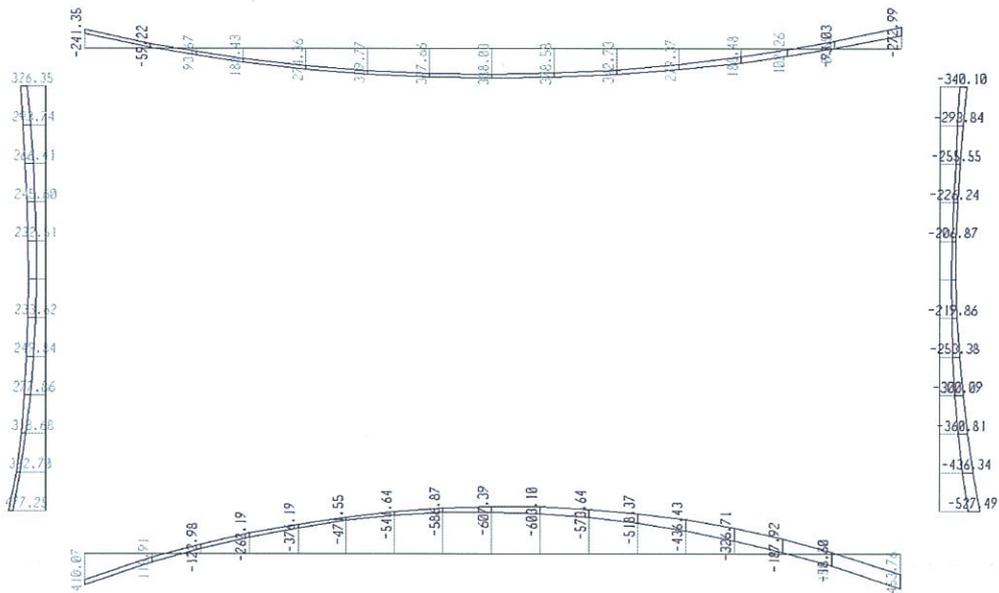


Figura 16 - Inv\_SLE – Diagramma del momento flettente

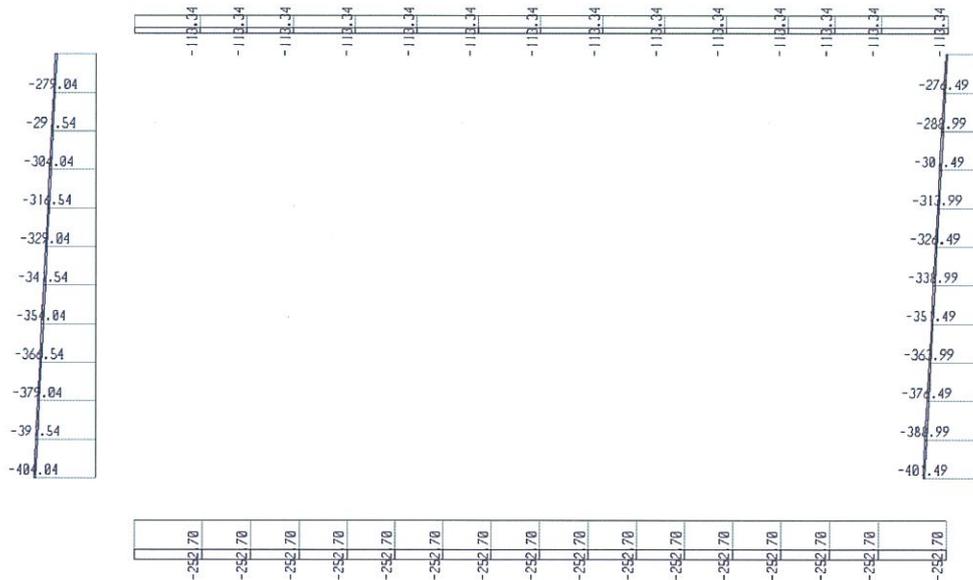


Figura 17 - Inv\_SLE – Diagramma dello sforzo normale

SOTTOVIA: Relazione  
 predimensionamento

descrittiva e

 COMMESSA  
 L032

 LOTTO  
 03

 CODIFICA  
 R78 RO

 DOCUMENTO  
 SL 00 00 001

 REV.  
 A

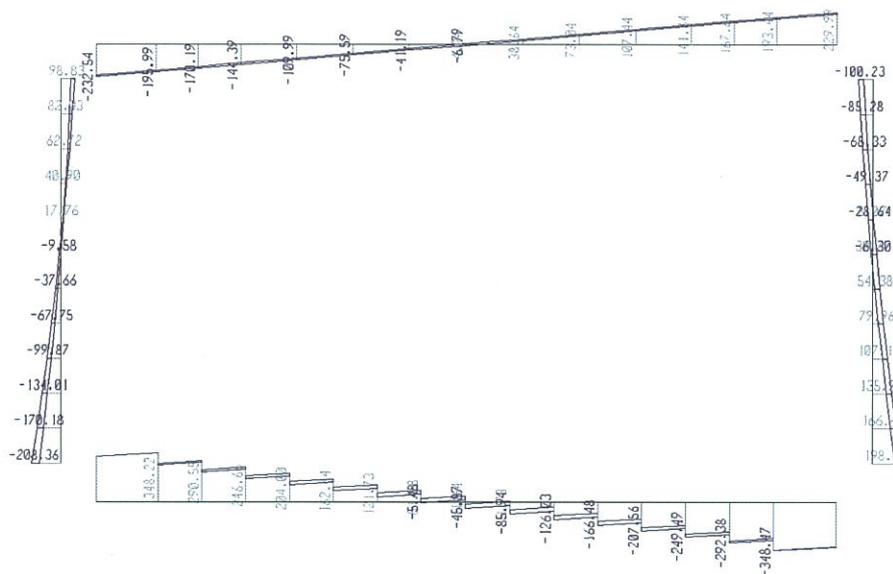
 FOGLIO  
 25 di 32


Figura 18 - Inv\_SLE – Diagramma del taglio

### Verifiche a pressoflessione

La struttura è armata con  $1\phi 24/10$  disposti sia lato terreno che lato interno. Si prevede, inoltre, l'impiego di legature  $\phi 14$ , da disporre secondo una maglia  $30 \times 30$  nelle zone di attacco fra le solette ed i piedritti ai fini del miglioramento della resistenza a taglio. Il copriferro di calcolo è assunto pari a 5 cm. Le verifiche a pressoflessione sono state effettuate con l'ausilio del software commerciale Presflè v.5.11 distribuito dalla Concrete, mentre le verifiche a taglio sono state effettuate con l'ausilio di un foglio di calcolo strutturato ad hoc. Si precisa che, cautelativamente, le verifiche delle solette sono state effettuate prescindendo dallo sforzo normale ricavato dalle analisi. I risultati ottenuti sono i seguenti.

Verifiche a pressoflessione SLU							
Elemento	Mmax KNm	Nmin KN	b cm	h cm	$A_{S_{est}}$ -	$A_{S_{int}}$ -	c.S. <sub>min</sub> -
Fondazione	1484	-	100	110	$1\phi 24/10$	$1\phi 24/10$	1.17
Piedritto	1222	-887	100	100	$1\phi 24/10$	$1\phi 24/10$	1.59
Copertura	1302	-	100	100	$1\phi 24/10$	$1\phi 24/10$	1.20

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 26 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

### Verifiche a taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio					
Sezione	Tmax KN	b cm	h cm	$V_{Rd}$ KN	Armatura a taglio
Fondazione	780	100	110	1069	legature $\phi 14/30 \times 30$
Piedritto	467	100	100	505	non necessarie
Copertura	688	100	100	967	legature $\phi 14/30 \times 30$



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 03 RIPALTA – CAMPOMARINO

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e predimensionamento	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 27 di 32
---------------------------------------------------------	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

### Verifiche a fessurazione

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche a fessurazione.

Verifiche a fessurazione							
Elemento	Mmax KNm	Nmin KN	b cm	h cm	As <sub>est</sub> -	As <sub>int</sub> -	w mm
Fondazione	607	-	100	110	1φ24/10	1φ24/10	0.083
Piedritto	527	-390	100	100	1φ24/10	1φ24/10	0.058
Copertura	388	-	100	100	1φ24/10	1φ24/10	0.00

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte.

## 7.2 Sottovia 5.50x6.00

Di seguito si riportano i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Taglio, Flessione e Sforzo normale, ottenuti rispettivamente per:

- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLU (Inv\_SLU)
- le combinazioni delle azioni per le verifiche agli SLE (Inv\_SLE)

SOTTOVIA:	Relazione	descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
predimensionamento				L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	28 di 32

Inv SLU

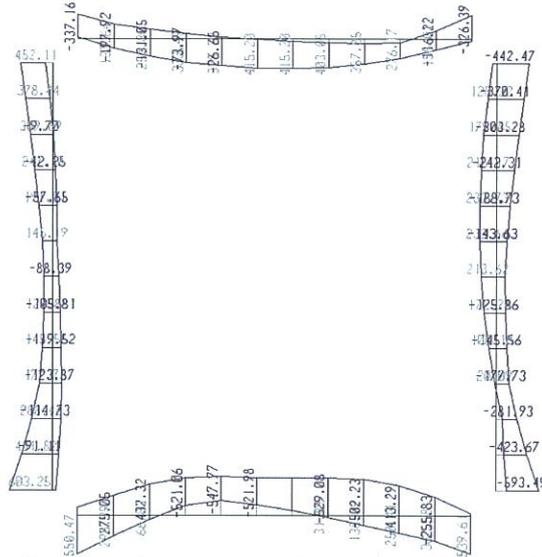


Figura 19 - Inv\_SLU – Diagramma del momento flettente

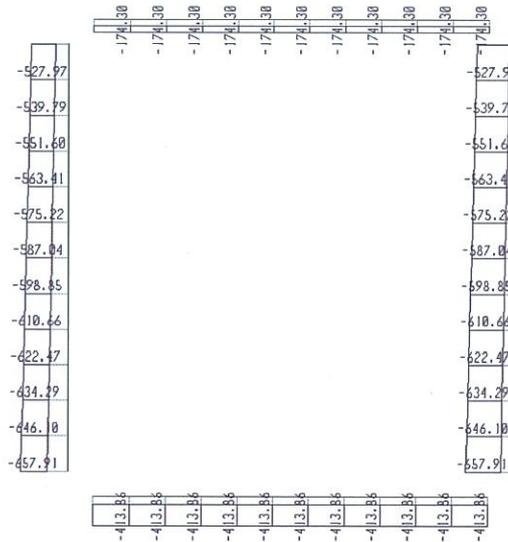


Figura 20 - Inv\_SLU – Diagramma dello sforzo normale

SOTTOVIA:	Relazione	descrittiva	e	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
predimensionamento				L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	29 di 32

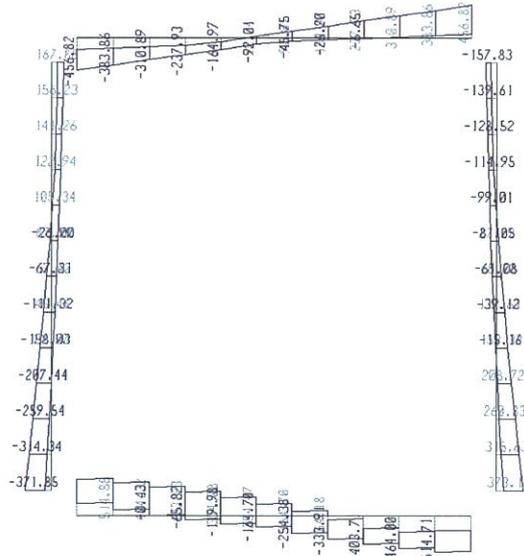


Figura 21 - Inv\_SLU – Diagramma del taglio

Inv\_SLE

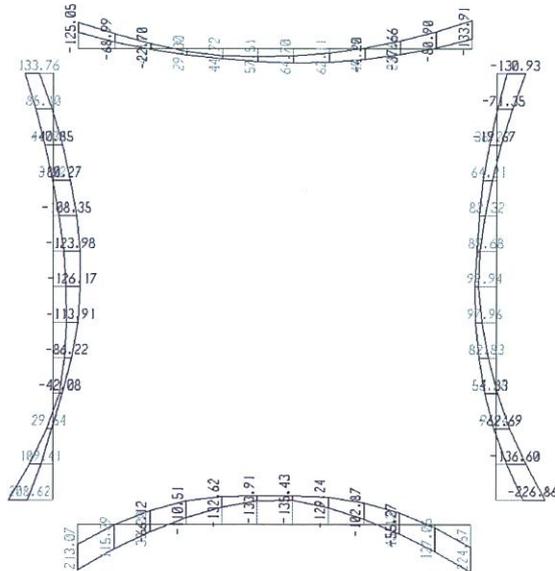


Figura 22 - Inv\_SLE – Diagramma del momento flettente

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 30 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

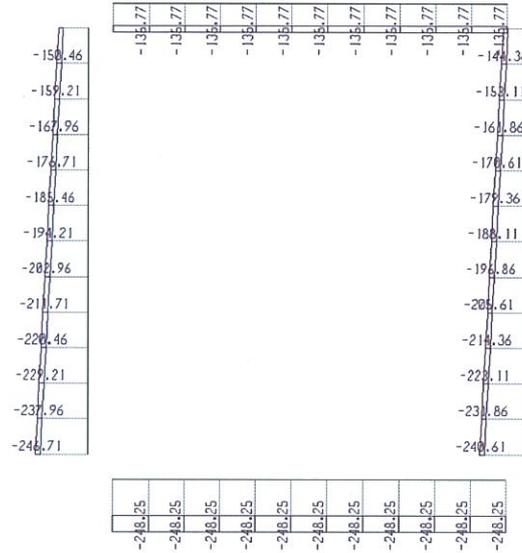


Figura 23 - Inv\_SLE – Diagramma dello sforzo normale

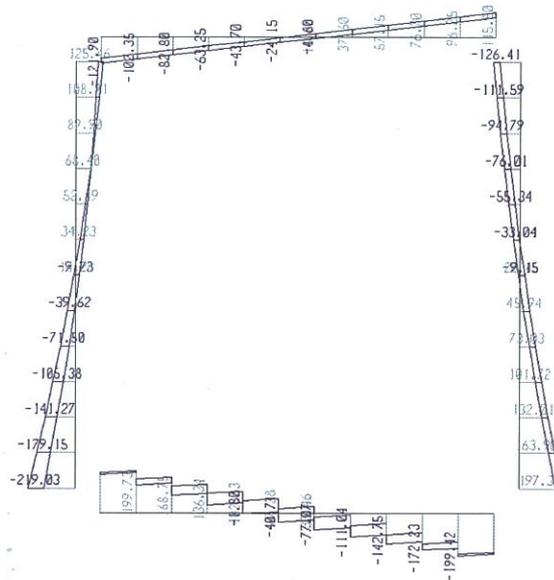


Figura 24 - Inv\_SLE – Diagramma del taglio

SOTTOVIA: predimensionamento	Relazione descrittiva	e	COMMESSA L032	LOTTO 03	CODIFICA R78 RO	DOCUMENTO SL 00 00 001	REV. A	FOGLIO 31 di 32
---------------------------------	--------------------------	---	------------------	-------------	--------------------	---------------------------	-----------	--------------------

### Verifiche a pressoflessione

Le struttura è armata con 1φ20/10 disposti sia lato terreno che lato interno. Si prevede, inoltre, l'impiego di legature φ14, da disporre secondo una maglia 30x30 alle estremità delle solette di copertura e di fondazione e nei piedritti, a ridosso della sezione di spiccato, ai fini del miglioramento della resistenza a taglio. Il copriferro di calcolo è assunto pari a 5 cm. Le verifiche a pressoflessione sono state effettuate con l'ausilio del software commerciale Presflè v.5.11 distribuito dalla Concrete, mentre le verifiche a taglio sono state effettuate con l'ausilio di un foglio di calcolo strutturato ad hoc. Si precisa che, cautelativamente, le verifiche delle solette sono state effettuate prescindendo dallo sforzo normale ricavato dalle analisi. I risultati ottenuti sono i seguenti.

Verifiche a pressoflessione SLU							
Elemento	Mmax KNm	Nmin KN	b cm	h cm	As <sub>est</sub> -	As <sub>int</sub> -	c.s.-min -
Fondazione	691	-	100	70	1φ20/10	1φ20/10	1.06
Piedritto	603	-160	100	70	1φ20/10	1φ20/10	1.29
Copertura	457	-	100	70	1φ20/10	1φ20/10	1.60

### Verifiche a taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

SOTTOVIA: Relazione descrittiva e  
 predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	03	R78 RO	SL 00 00 001	A	32 di 32

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio					
Sezione	Tmax KN	b cm	h cm	V <sub>Rd</sub> KN	Armatura a taglio
Fondazione	515	100	70	661	legature $\phi 14/30 \times 30$
Piedritto	427	100	70	661	legature $\phi 14/30 \times 30$
Copertura	457	100	70	661	legature $\phi 14/30 \times 30$

### Verifiche a fessurazione

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche a fessurazione.

Verifiche a fessurazione							
Elemento	Mmax KNm	Nmin KN	b cm	h cm	A <sub>s<sub>est</sub></sub> -	A <sub>s<sub>int</sub></sub> -	w mm
Fondazione	224	-	100	70	1 $\phi 20/10$	1 $\phi 20/10$	0.073
Piedritto	227	-218	100	70	1 $\phi 20/10$	1 $\phi 20/10$	0.056
Copertura	134	-	100	70	1 $\phi 20/10$	1 $\phi 20/10$	0.00

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte.