

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. FEDERICO DURASTANTI	Ing. PIETRO MAZZOLI
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI

### RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

### 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

### TOMBINI E PONTICELLI IDRAULICI

Tombino scatolare 4,0x3,0m al km 9+115,311:

Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. BIANCHI 22-09-2018		-

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

I
F
1
N
0
1
E
Z
Z
C
L
I
N
0
4
0
0
0
0
1
B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Sellari	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti
B	Rev. Istruttoria ITF 07/09/18	E.Sellari	22-09-2018	F.Durastanti	22-09-2018	P. Mazzoli	22-09-2018	
								22-09-2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.IN.04.0.0.001.B n. Elab.:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>2 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	2 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	2 di 130								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.....</b>	<b>7</b>
3.1	CALCESTRUZZO.....	7
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE .....	7
<b>4</b>	<b>SEZIONE “SC1” - SCATOLARE.....</b>	<b>8</b>
4.1	GEOMETRIA E DATI DI INPUT .....	8
4.2	MODELLO DI CALCOLO – SEZIONE SC1.....	9
4.3	ANALISI DEI CARICHI .....	12
4.4	CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI .....	20
4.5	VERIFICHE STR.....	27
4.6	VERIFICHE GEO.....	58
<b>5</b>	<b>SEZIONE “SC2” - SCATOLARE.....</b>	<b>61</b>
5.1	GEOMETRIA E DATI DI INPUT .....	61
5.2	MODELLO DI CALCOLO – SEZIONE SC2.....	62
5.3	ANALISI DEI CARICHI .....	64
5.3.2	PESO PROPRIO DEL RINGROSSO (DEAD_RINGROSSO) .....	64
5.3.3	PESO PROPRIO BARRIERA ANTIRUMORE (DEAD_BARRIERA).....	64
5.4	CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI .....	78
5.4.1	CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI .....	78
5.4.2	COMBINAZIONI DI CARICO PER SEZIONI DI VERIFICA .....	78
5.4.3	COMBINAZIONI DI CARICO PER GLI STATI LIMITE CONSIDERATI .....	84
5.5	VERIFICHE STR.....	85
5.5.1	SOLETTA SUPERIORE – NODO CON PIEDRITTO.....	86
5.5.2	SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA .....	91
5.5.3	PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA SUPERIORE.....	95
5.5.4	PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA INFERIORE .....	99
5.5.5	PIEDRITTO – MEZZERIA.....	103

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>3 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	3 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	3 di 130								

5.5.6	SOLETTA INFERIORE – NODO CON PIEDRITTO .....	108
5.5.7	SOLETTA INFERIORE – MEZZERIA.....	112
5.6	VERIFICHE GEO.....	117
<b>6</b>	<b>MURI AD U.....</b>	<b>124</b>
6.1	ANALISI DEI CARICHI .....	124
6.1.1	PESO PROPRIO.....	124
6.1.2	SOVRACCARICO PERMANENTE, SPINTA DEL BALLAST .....	124
6.1.3	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO FERROVIARIO.....	124
6.1.4	SPINTA ORIZZONTALE FALDA, SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE, CARICHI VARIABILI .....	124
6.1.5	AZIONI SISMICHE.....	124
6.2	MODELLO DI CALCOLO.....	124
6.3	VERIFICHE.....	124
6.3.1	PIEDRITTO - INCASTRO ALLA BASE .....	124
<b>7</b>	<b>INCIDENZA.....</b>	<b>129</b>

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	4 di 130

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli – Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello – Benevento – 1° Lotto Funzionale Canello – Frasso Telesino e Variante alla Linea Storica Roma – Napoli Via Cassino nel Comune di Maddaloni (compreso il Collegamento Merce con lo scalo di Marcianise – Collegamento Benevento-Marcianise) oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche del tombino scatolare IN04 al km 9+115.311. Il tombino ha uno sviluppo longitudinale in asse tracciato di circa 28.28 m, trasversalmente ha una larghezza interna di 4.00 m ed ha un'altezza netta di 3.00 m. I piedritti e la soletta di fondazione hanno spessore pari a 0.60 m, così come la soletta di copertura.

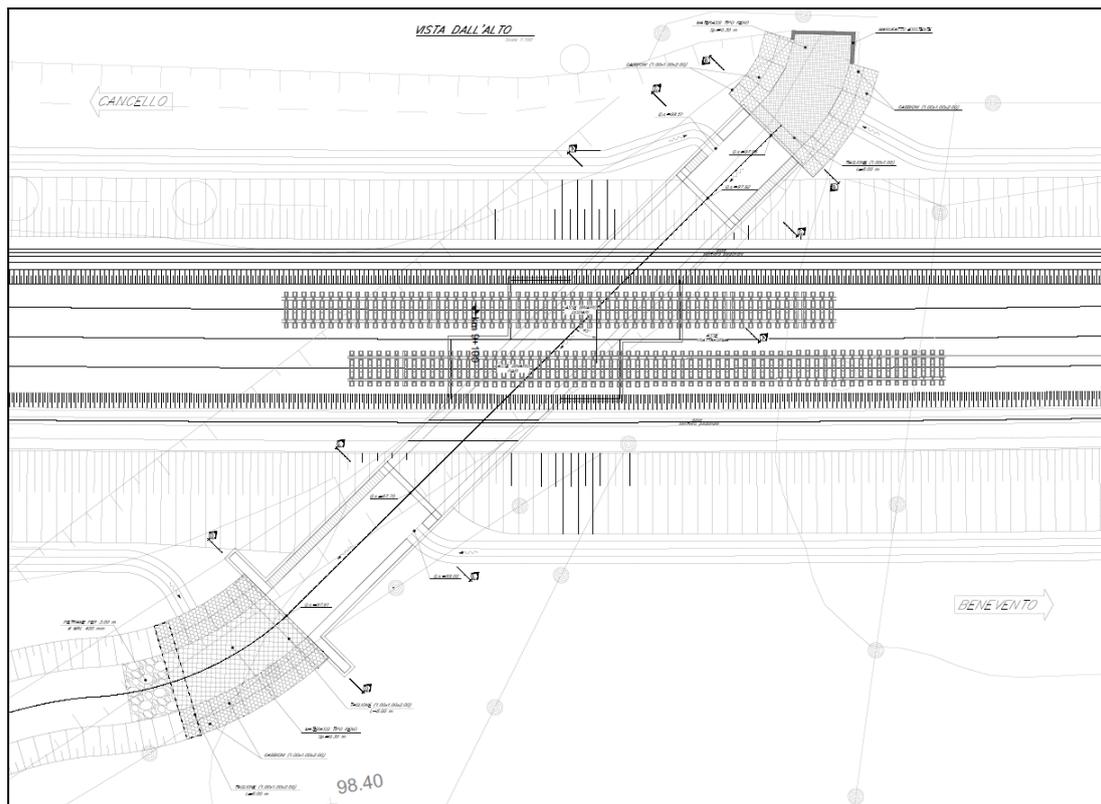
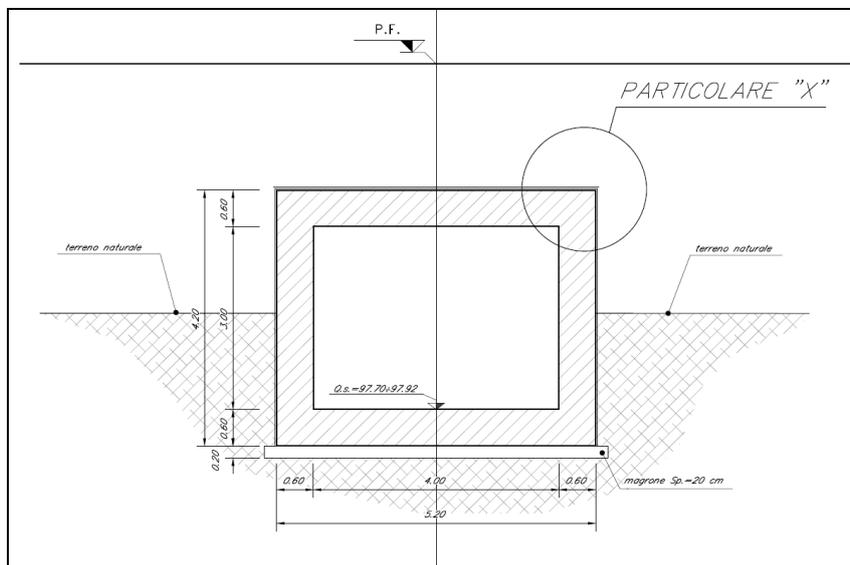


Figura 1 – Planimetria

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	5 di 130



**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 corrente (sezione SC1) e dello scatolare in corrispondenza della barriera antirumore (sezione SC2); in questo secondo modello di calcolo si è considerato, in via cautelativa, il carico da traffico ferroviario.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>6 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	6 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	6 di 130								

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Sono state prese a riferimento le seguenti normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, «Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008»
- Rif. [3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif. [4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif. [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Rif. [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Rif. [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Rif. [8] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Rif. [9] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [10] 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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>7 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	7 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	7 di 130								

## 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

### 3.1 CALCESTRUZZO

Classe di resistenza = C32/40

$$\gamma_c = \text{peso specifico} = 25.00 \text{ kN/m}^3$$

$$R_{ck} = \text{resistenza cubica} = 40.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = \text{resistenza cilindrica caratteristica} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = \text{resistenza cilindrica media} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{ctfm} = \text{resistenza a traz. per flessione media} = 1.20 \cdot f_{ctm} = 3.72 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctfk} = \text{resistenza a traz. per flessione caratt.} = 0.70 \cdot f_{ctfm} = 2.60 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = \text{modulo elast. tra } 0 \text{ e } 0.40 f_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$$

### 3.2 ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE

Tipo = B 450 C

$$\gamma_a = \text{peso specifico} = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$f_{y \text{ nom}} = \text{tensione nominale di snervamento} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} = \text{tensione nominale di rottura} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk \text{ min}} = \text{minima tensione caratteristica di snervamento} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk \text{ min}} = \text{minima tensione caratteristica di rottura} = 540 \text{ N/mm}^2$$

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

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

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

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

$$E = \text{modulo di elasticità dell'acciaio} = 206000 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\varnothing < 12 \text{ mm} \quad \rightarrow 4 \varnothing;$$

$$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm} \quad \rightarrow 5 \varnothing;$$

$$16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm} \quad \rightarrow 8 \varnothing;$$

$$25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm} \quad \rightarrow 10 \varnothing.$$



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>9 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	9 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	9 di 130								

h (m)	3	altezza netta interna
l (m)	4	larghezza netta interna
b (m)	1	profondità striscia di telaio
s <sub>i</sub> (m)	0.6	spessore soletta inferiore
s <sub>p</sub> (m)	0.6	spessore piedritti
s <sub>s</sub> (m)	0.6	spessore soletta superiore

#### dati rilevato ferroviario

s <sub>r</sub> (m)	1.25	spessore ricoprimento (escluso ballast)
γ <sub>r</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	20	peso di volume ricoprimento/rilevato
s <sub>m</sub> (m)	0	spessore massetto pendenze
γ <sub>m</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	24	peso di volume massetto pendenze
γ <sub>b</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	18	peso di volume ballast
s (m)	0.8	spessore armamento (inclusa traversina)
L <sub>trasv</sub> (m)	2.4	larghezza traversina
L <sub>long</sub> (m)	0.3	lunghezza traversina

## 4.2 MODELLO DI CALCOLO – SEZIONE SC1

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.20.0.0 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.

#### rigidezza molle

E (kN/m <sup>2</sup> )	15000	modulo di Young terreno di fondazione
b <sub>t</sub> (m)	5.2	dimensione trasversale dell'opera
b <sub>l</sub> (m)	1	dimensione longitudinale dell'opera
k <sub>s</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	2213	costante di sottofondo (formulazione di Vogt)
k <sub>centrale</sub> (kN/m)	1018	rigidezza molle centrali
k <sub>spigolo</sub> (kN/m)	2346	rigidezza molle spigolo
k <sub>laterale</sub> (kN/m)	1527	rigidezza molle laterali

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>10 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	10 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	10 di 130								

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

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b t^2 \cdot l}} \text{ dove:}$$

$k_s$  = costante di sottofondo [F/L<sup>3</sup>]

$b_t$  = dimensione trasversale dell'opera

$b_l$  = dimensione longitudinale dell'opera

E = modulo di Young del terreno di fondazione

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

$$k_s = 2213 \text{ kN/m}^3$$

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

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

$$K_7, \dots, K_{11} = 1018 \text{ kN/m}$$

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

$$K_1 = K_3 = 2 \cdot k_s \cdot [(L_p/2 + L_{\text{int}} + L_p/2)/10/2 + (L_p/2)] = 2346 \text{ kN/m}$$

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

$$K_5 = K_6 = K_{12} = K_{13} = 1.5 \cdot k_{\text{centrale}} = 1527 \text{ kN/m}$$

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

- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60$  m per la soletta superiore
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60$  m per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60$  m per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

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

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

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	11 di 130

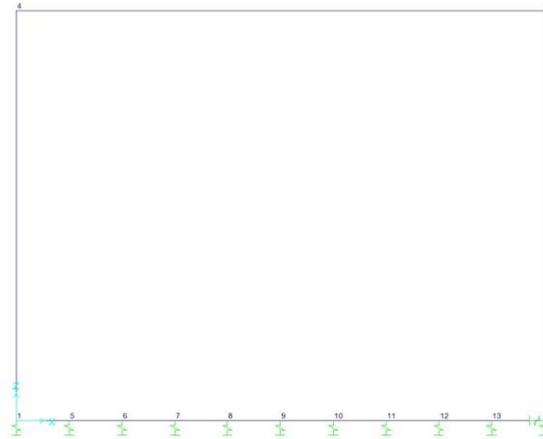


Figura 4 – Numerazione dei nodi.

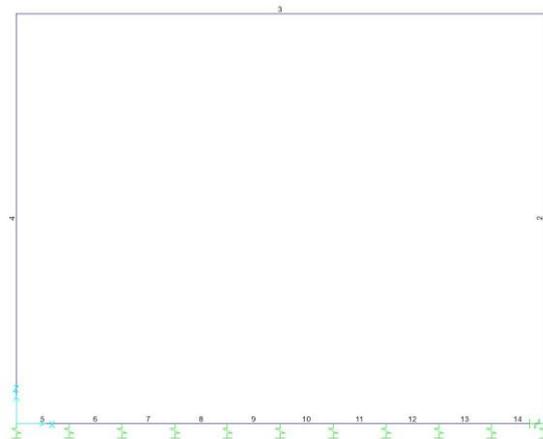


Figura 5 – Numerazione delle aste.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>12 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	12 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	12 di 130								

## 4.3 ANALISI DEI CARICHI

### 4.3.1 PESO PROPRIO (DEAD)

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

### 4.3.2 SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore di ricoprimento (escluso il ballast) di 1.25 m con  $\gamma_r = 20.00 \text{ kN/m}^3$ .

### 4.3.3 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

$$\Delta F_{b3,4} = 1.66 \text{ kN}$$

Spinta semispessore soletta inferiore

$$\Delta F_{b1,2} = 1.66 \text{ kN}$$

### 4.3.4 SPINTA DEL TERRENO (SPTSX/SPTDX)

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

$\gamma_t \text{ (kN/m}^3)$	20	peso di volume terreno ai lati
$\phi' \text{ (}^\circ)$	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:

$p_1 \text{ (kN/m}^2)$	9.61	pressione all'estradosso soletta superiore
$p_2 \text{ (kN/m}^2)$	11.91	pressione in asse soletta superiore
$p_3 \text{ (kN/m}^2)$	39.59	pressione in asse soletta inferiore
$p_4 \text{ (kN/m}^2)$	41.89	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.

$$F_{1,2} \text{ (kN/m)} \quad 3.23 \text{ forza concentrata semispessore soletta superiore}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>13 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	13 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	13 di 130								

$F_{3,4}$  (kN/m) 12.22 forza concentrata semispessore soletta inferiore

#### 4.3.5 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Assente.

#### 4.3.6 SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE

Assente.

#### 4.3.7 CARICHI VARIABILI

##### 4.3.7.1 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:

$L_1 = 3.60$  m altezza piedritto di sinistra

$L_2 = 4.60$  m lunghezza solettone

$L_3 = 3.60$  m altezza piedritto di destra

$L_\phi = k \cdot L_m = 5.11$  m con  $k = 1.3$ .

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

$$\Phi_3 = 0.9 \times \left( \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \right) = 1.60$$

Essendo  $l < 8$  m ed  $h < 5$  m si assume invece il valore  $\Phi = 1.35$ .

##### 4.3.7.2 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

$s_s = 0.60$  m : spessore del solettone

$s_m = 0.00$  m : spessore del massetto pendenze

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>14 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	14 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	14 di 130								

$s_r = 1.25$  m : spessore del ricoprimento

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

Diffusione trasversale

$$L_d = L_{trasv} + 2 \cdot (s_r \cdot b_r / a_r + s_b \cdot b_b / a_b) + 2 \cdot (s_s / 2) \cdot b_s / a_s + 2 \cdot s_m \cdot b_m / a_m = 5.07 \text{ m}$$

#### 4.3.7.3 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  $\alpha$  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
$\Phi$	1.35	coefficiente incremento dinamico
q (kN/m)	232.03	$q = q_{eq} \cdot \alpha \cdot \Phi$
$L_d$ (m)	5.07	larghezza di diffusione
$q/L_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	45.80	

Tale carico viene introdotto nel modello con la dicitura ACC:

Treno di carico SW/2

$$q_{vk} = 150.0 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0 : \text{coefficiente di adattamento}$$

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

#### 4.3.7.4 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)	4.47	larghezza di diffusione
q (kN/m)	171.88	$q = q_{eq} \cdot \alpha$
$q/L_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	38.48	
$\Delta p_{acc}$ (kN/m <sup>2</sup> )	14.79	

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>15 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	15 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	15 di 130								

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)                      4.44  $\Delta F$  dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta superiore

$\Delta F_{3,4,acc}$  (kN/m)                      4.44  $\Delta F$  dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta inferiore

#### 4.3.7.5 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)                          7.16 carico distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

$M_{avv}$  (kNm/m)                          16.84 momento flettente distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

#### 4.3.8 AZIONI CLIMATICHE

##### 4.3.8.1 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  $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ .

##### 4.3.8.2 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  $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ .

##### 4.3.8.3 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.

	$R_{ck}$	40
	$f_{ck}$	33.20 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a compressione media	$f_{cm}$	41.20 N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico secante	$E_{cm}$	33642.78 N/mm <sup>2</sup>
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	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>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>16 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	16 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	16 di 130								

	B	100	cm	
	H	60.00	cm	
sezione dell'elemento	$A_c$	600000	mm	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	1000	mm	
dimensione elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1200	mm	
umidità relativa percentuale	RH	75	%	
calcolo del modulo elastico				
coeff. del tipo di cemento	$\alpha$	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	$\alpha_1$	0.892		
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_2$	0.968		
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_3$	0.922		
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	$\beta_H$	1383		
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.985		
coeff. che tiene conto dell'umidità	$\varphi_{RH}$	1.203		
coeff. nominale della viscosità	$\varphi_0$	2.045		
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	2.02		
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11158.4	N/mm <sup>2</sup>	
calcolo della deformazione di ritiro				
parametro fusione di $h_0$	$k_h$	0.7		
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.943		
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.00028114		
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.00042602		
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds1}$	6		
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds2}$	0.11		
	$\beta_{RH}$	0.89609375		
	$\beta_{as}(t)$	1		
	$\varepsilon_{ca,oo}$	0.000058		
deformazione dovuta al ritiro autogeno	$\varepsilon_{ca}$	5.8E-05		
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.00033914		

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>17 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	17 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	17 di 130								

variazione termica uniforme

$\Delta T_{\text{ritiro}}$

-11.25 °C

#### 4.3.9 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), 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)	0.221	accelerazione su sito riferimento rigido
$F_O$ (-)	2.467	
$T_C^*$ (s)	0.425	
$S_S$	1.373	coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)
$S_T$	1.00	coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)
$a_{\max}$ (g)	0.30	$a_{\max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>18 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	18 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	18 di 130								

### SLD

$P_{VR}$	0.63	probabilità di superamento
$T_R$ (anni)	113.15	tempo di ritorno per SLD
$a_g(g)$	0.094	accelerazione su sito riferimento rigido
$F_0$ (-)	2.401	
$T_C^*$ (s)	0.343	
$S_S$	1.500	coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)
$S_T$	1.00	coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)
$a_{max}(g)$	0.14	$a_{max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

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:

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

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  $\beta_m$  assume il valore unitario.

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

### SLV

$\beta_m$	1.00	
$k_h$	0.30	coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0.15	coefficiente sismico verticale

### SLD

$\beta_m$	1.00	
$k_h$	0.14	coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0.07	coefficiente sismico verticale

#### 4.3.9.1 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;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>19 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	19 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	19 di 130								

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  $\Delta F_E$  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)	6.25	altezza da P.F. di progetto a fondazione
$h_{scat}$ (m)	4.2	altezza scatolare
$\Delta p_E$ (kN/m <sup>2</sup> )	37.93	incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLV
$\Delta p_E$ (kN/m <sup>2</sup> )	17.63	incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLD

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)	11.38	$\Delta F$ dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLV
$\Delta F_{3,4,E}$ (kN/m)	11.38	$\Delta F$ dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLV
$\Delta F_{1,2,E}$ (kN/m)	5.29	$\Delta F$ dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLD
$\Delta F_{3,4,E}$ (kN/m)	5.29	$\Delta F$ dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLD

#### 4.3.9.2 SOVRASPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE

Assente.

#### 4.3.9.3 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/m <sup>2</sup> )	11.96	inerzia orizzontale ballast + ricoprimento + massetto per SLV
$F_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	4.55	inerzia orizzontale soletta superiore per SLV
$F_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	4.55	inerzia orizzontale piedritti per SLV
$F_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	5.56	inerzia orizzontale ballast + ricoprimento + massetto per SLD



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>21 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	21 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	21 di 130								

SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI

#### 4.4.2 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.

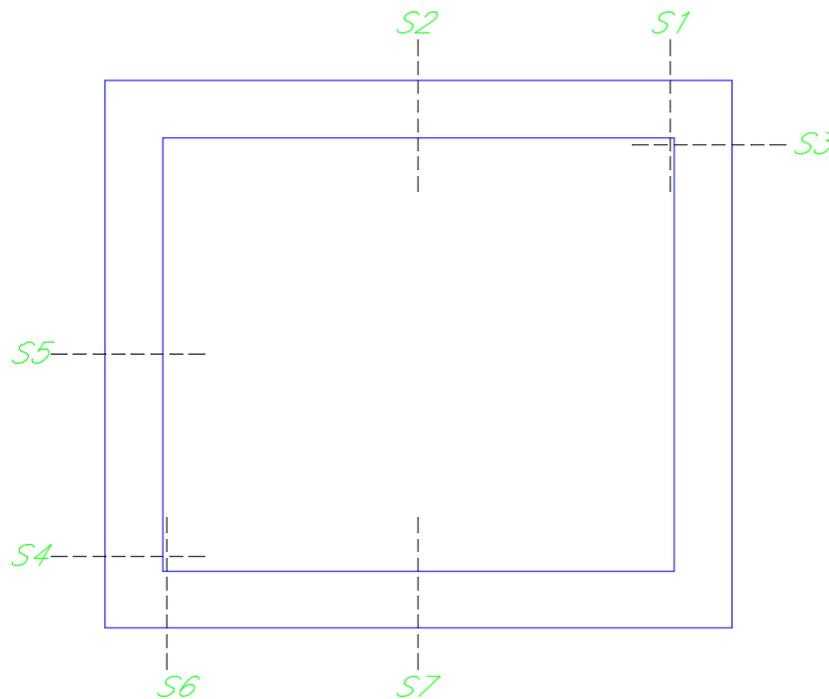


Figura 6 – Sezioni di verifica.

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

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

$$k_A/k_0 = 0.65 \quad \text{per SLU sisma con A2 + M2 (se si utilizza } k_A)$$

$$SLV/SLD = 2.15$$

che corrispondono rispettivamente:

- al rapporto fra i coefficienti di spinta a riposo nella condizione M1 e M2;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>22 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	22 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	22 di 130								

- al rapporto fra spinta attiva e in quiete se si utilizza la spinta attiva in fase sismica (altrimenti = 1);
- al rapporto fra le accelerazioni massime attese al sito nelle condizioni SLV ed SLD.

#### 4.4.2.1 SOLETTA SUPERIORE

##### INCASTRO (S1)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

##### MEZZERIA (S2)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>23 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	23 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	23 di 130								

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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

#### 4.4.2.2 PIEDRITTI

##### INCASTRO SUPERIORE DESTRO (S3)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

##### INCASTRO INFERIORE SINISTRO (S4)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
--	---------------	---------------	-----------------	---------------	---------------	--------------------	---------	----------	----------	----------

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	24 di 130

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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

### MEZZERIA PIEDRITTO SINISTRO (S5)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>25 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	25 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	25 di 130								

SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
--------	---	---	---	---	---	---	------	---	---	---

#### 4.4.2.3 SOLETTA INFERIORE

##### INCASTRO SINISTRO (S6)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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
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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

##### MEZZERIA (S7)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/SLD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>26 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	26 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	26 di 130								

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	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

#### 4.4.3 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)

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:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN0400 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">27 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	27 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	27 di 130								

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

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

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  $\psi_{2i}$  sono quelli riportati nella tabella 2.5.1 della norma; la stessa propone, nel caso di ponti, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi  $\psi_{2i} = 0.2$ .

## 4.5 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.

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>28 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	28 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	28 di 130								

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 nel paragrafi seguenti, tutte le verifiche risultano tutte soddisfatte.

#### 4.5.1 SOLETTA SUPERIORE – NODO CON PIEDRITTO

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
3	0.3	DEAD	LinStatic	3.753	-29.991	0	0	0	-4.2368
3	0.3	PERM	LinStatic	-2.849	-50	0	0	0	-11.9052
3	0.3	BALLAST	LinStatic	-1.641	-28.8	0	0	0	-6.8574
3	0.3	SPBSX	LinStatic	-5.851	-3.688	0	0	0	-8.8576
3	0.3	SPBDX	LinStatic	-5.759	3.688	0	0	0	6.0592
3	0.3	SPTSX	LinStatic	-20.712	-12.007	0	0	0	-30.6786
3	0.3	SPTDX	LinStatic	-20.281	12.007	0	0	0	18.1243
3	0.3	ACC	LinStatic	-5.219	-91.6	0	0	0	-21.8103
3	0.3	SPACCSX	LinStatic	-15.65	-9.863	0	0	0	-23.69
3	0.3	SPACCDX	LinStatic	-15.824	10.205	0	0	0	16.8973
3	0.3	AVV	LinStatic	-14.386	-30.219	0	0	0	-26.8752
3	0.3	TERMF	LinStatic	6.699	-8.9E-16	0	0	0	20.5422
3	0.3	TERMU	LinStatic	-11.964	-3.8E-13	0	0	0	-21.4989
3	0.3	RITIRO	LinStatic	8.893	2.2E-13	0	0	0	15.9809
3	0.3	SPSSX	LinStatic	-18.654	-11.755	0	0	0	-28.2368
3	0.3	SISMAV	LinStatic	-0.512	-8.98	0	0	0	-2.1382
3	0.3	SISMAH	LinStatic	-15.461	-16.563	0	0	0	-33.3063

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S1				
SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	-355.7	-207.2
SLU	A2+M2	0.0	-301.1	-180.5
SLU	SLV	0.0	-202.3	-191.1
SLE	SLD	0.0	-166.6	-119.5
SLE	RARA	0.0	-240.5	-136.0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>29 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	29 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	29 di 130								

SLE	Q.PERM.	0.0	-108.8	-59.4
SLE	FESS. RARA	0.0	-214.1	-121.5

#### 4.5.1.1 VERIFICHE

##### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

##### 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	60.00
3	50.00	60.00
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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>30 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	30 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	30 di 130								

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.90	20
2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

#### 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	2	8	20
2	3	4	8	20

#### 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	0	-20716	0	-35567	0
2	0	-18051	0	-30113	0
3	0	-19113	0	-20231	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	0	-11949	0
2	0	-13595	0
3	0	-12148	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	0	-5937	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOTOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	31 di 130

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	0	-20716	0	0	-65348	0	3.154
2	S	0	-18051	0	0	-65348	0	3.620
3	S	0	-19113	0	0	-65348	0	3.419

## 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	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
2	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
3	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1

## 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	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
2	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
3	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700

## VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	541 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.608		
k	1.608	As	10 $\Phi$ 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0058		
$\rho_1$	0.006	Vrd	279.9 kN
vmin	0.411	Ved	355.7 KN
vmin·bw·d	222470 N		
Vrd	279919 N	NON VERIFICATO	

## ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>32 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	32 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	32 di 130								

Diametro staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 10.5]  
 N.Bracci staffe: 4  
 Area staffe/m : 15.7 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 15.0]

#### 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<sup>2</sup>/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	35567	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	7.2
2	S	30113	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	6.1
3	S	20231	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	4.1

#### 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<sup>2</sup>]  
 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<sup>2</sup>]  
 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<sup>2</sup>] 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	15.3	0.0	0.0	-184	35.0	54.1	0	0		0.000
2	S	17.4	0.0	0.0	-209	35.0	54.1	0	0		0.000
3	S	15.5	50.0	0.0	-187	35.0	54.1	0	0		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	7.6	50.0	0.0	-91	5.0	54.1	0	0		0.000

#### 4.5.2 SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
3	2.3	DEAD	LinStatic	3.753	1.7E-12				25.7543
3	2.3	PERM	LinStatic	-2.849	1.02E-12				38.0948
3	2.3	BALLAST	LinStatic	-1.641	5.62E-13				21.9426
3	2.3	SPBSX	LinStatic	-5.851	-3.688				-1.4824
3	2.3	SPBDX	LinStatic	-5.759	3.688				-1.316
3	2.3	SPTSX	LinStatic	-20.712	-12.007				-6.6645

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>33 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	33 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	33 di 130								

3	2.3	SPTDX	LinStatic	-20.281	12.007				-5.8898
3	2.3	ACC	LinStatic	-5.219	1.88E-12				69.7897
3	2.3	SPACCSX	LinStatic	-15.65	-9.863				-3.9647
3	2.3	SPACCDX	LinStatic	-15.824	10.205				-3.5136
3	2.3	AVV	LinStatic	-0.066	-30.219				-0.118
3	2.3	TERMF	LinStatic	6.699	-8.9E-16				20.5422
3	2.3	TERMU	LinStatic	-11.964	-3.8E-13				-21.4989
3	2.3	RITIRO	LinStatic	8.893	2.2E-13				15.9809
3	2.3	SPSSX	LinStatic	-18.654	-11.755				-4.726
3	2.3	SISMAV	LinStatic	-0.512	2.28E-13				6.8418
3	2.3	SISMAH	LinStatic	-0.101	-16.563				-0.1812

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S2				
SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	0.0	267.7
SLU	A2+M2	0.0	0.0	221.0
SLU	SLV	0.0	-43.2	92.3
SLE	SLD	0.0	-20.1	86.2
SLE	RARA	0.0	0.0	181.4
SLE	Q.PERM.	0.0	0.0	107.4
SLE	FESS. RARA	0.0	0.0	167.5

#### 4.5.2.1 VERIFICHE

##### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

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: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>34 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	34 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	34 di 130								

Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist. B1\*B2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff. B1\*B2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.90	20
2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

#### 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	2	8	20
2	3	4	8	20

#### 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	0	26768	0	0	0
2	0	22104	0	0	0
3	0	9226	0	-4323	0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>35 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	35 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	35 di 130								

**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	0	8622	0
2	0	18143	0
3	0	16748	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	0	10744	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	26768	0	0	65348	0	2.441
2	S	0	22104	0	0	65348	0	2.956
3	S	0	9226	0	0	65348	0	7.083

**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	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
2	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
3	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>36 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	36 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	36 di 130								

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	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
2	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
3	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700

#### VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	541 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.608		
k	1.608	As	10 $\Phi$ 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0058		
$\rho_1$	0.006	Vrd	279.9 kN
vmin	0.411	Ved	43.2 kN
vmin·bw·d	222470 N		
Vrd	279919 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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>] 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	11.0	-50.0	60.0	-133	35.0	5.9	0	0		0.000
2	S	23.2	-50.0	60.0	-279	35.0	5.9	0	0		0.000
3	S	21.4	-50.0	60.0	-258	35.0	5.9	0	0		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	13.7	-50.0	60.0	-165	35.0	5.9	0	0		0.000

#### 4.5.3 PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA SUPERIORE

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
2	3.3	DEAD	LinStatic	-38.988	-3.753	0	0	0	-15.0349
2	3.3	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	0	0	0	-27.1756

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>37 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	37 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	37 di 130								

2	3.3	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	0	0	0	-15.6532
2	3.3	SPBSX	LinStatic	-3.688	5.851	0	0	0	-8.2084
2	3.3	SPBDX	LinStatic	3.688	2.44	0	0	0	8.1463
2	3.3	SPTSX	LinStatic	-12.007	20.712	0	0	0	-28.067
2	3.3	SPTDX	LinStatic	12.007	13.132	0	0	0	26.2713
2	3.3	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	0	0	0	-49.7857
2	3.3	SPACCSX	LinStatic	-9.863	15.65	0	0	0	-21.9538
2	3.3	SPACCDX	LinStatic	10.205	6.097	0	0	0	22.4536
2	3.3	AVV	LinStatic	-30.219	16.534	0	0	0	-25.9286
2	3.3	TERMF	LinStatic	0	-6.699	0	0	0	18.5325
2	3.3	TERMU	LinStatic	0	11.964	0	0	0	-17.9098
2	3.3	RITIRO	LinStatic	2.56E-13	-8.893	0	0	0	13.3129
2	3.3	SPSSX	LinStatic	-11.755	18.654	0	0	0	-26.1674
2	3.3	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	0	0	0	-4.8807
2	3.3	SISMAH	LinStatic	-16.563	18.401	0	0	0	-32.8502

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S3				
PIEDRITTO APPOGGIO SUPERIORE DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	405.5	125.0	-274.7
SLU	A2+M2	342.7	121.4	-232.6
SLU	SLV	226.7	140.5	-210.8
SLE	SLD	190.5	97.6	-141.1
SLE	RARA	244.8	74.9	-153.3
SLE	Q.PERM.	129.6	52.2	-77.9
SLE	FESS. RARA	221.8	70.8	-139.0

#### 4.5.3.1 VERIFICHE

##### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

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: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza  
 Riferimento alla sismicit : 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<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	38 di 130

Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

**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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

**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	2	8	18
2	3	4	8	18

**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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>39 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	39 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	39 di 130								

Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	40547	-27474	0	12501	0
2	34267	-23262	0	12143	0
3	22674	-21081	0	14051	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	19055	-14113	0
2	24481	-15333	0
3	22177	-13898	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	12961	-7794	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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	40547	-27474	0	40554	-63219	0	2.301
2	S	34267	-23262	0	34286	-61779	0	2.656
3	S	22674	-21081	0	22680	-59106	0	2.804

**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
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>40 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	40 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	40 di 130								

1	0.00350	-0.00878	-50.0	0.0	0.00073	-45.0	5.8	-0.02238	45.0	54.2
2	0.00350	-0.00908	-50.0	0.0	0.00066	-45.0	5.8	-0.02302	45.0	54.2
3	0.00350	-0.00966	-50.0	0.0	0.00053	-45.0	5.8	-0.02425	45.0	54.2

**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	-0.000477428	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000489345	0.003500000		
3	0.000000000	-0.000511957	0.003500000		

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	10 $\Phi$ 18.0
Asl	2545 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0047		
$\rho_1$	0.005	Vrd	261.2 kN
vmin	0.411	Ved	140.5 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	261163 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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ] 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	21.7	50.0	0.0	-186	35.0	54.2	0	0		0.000
2	S	24.1	-50.0	60.0	-193	-35.0	54.2	0	0		0.000
3	S	21.8	-50.0	60.0	-175	35.0	54.2	0	0		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	12.3	-50.0	60.0	-97	-15.0	54.2	0	0		0.000

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>41 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	41 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	41 di 130								

#### 4.5.4 PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA INFERIORE

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	3.3	DEAD	LinStatic	-83.975	-3.753	0	0	0	26.2942
4	3.3	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	0	0	0	18.6298
4	3.3	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	0	0	0	10.7308
4	3.3	SPBSX	LinStatic	3.688	-14.058	0	0	0	9.28
4	3.3	SPBDX	LinStatic	-3.688	5.759	0	0	0	-9.2067
4	3.3	SPTSX	LinStatic	12.007	-63.687	0	0	0	32.2589
4	3.3	SPTDX	LinStatic	-12.007	20.281	0	0	0	-33.4223
4	3.3	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	0	0	0	34.1298
4	3.3	SPACCSX	LinStatic	9.863	-37.597	0	0	0	24.8196
4	3.3	SPACCDX	LinStatic	-10.205	15.824	0	0	0	-25.2326
4	3.3	AVV	LinStatic	30.219	-16.402	0	0	0	23.475
4	3.3	TERMF	LinStatic	7.11E-15	-6.699	0	0	0	1.5643
4	3.3	TERMU	LinStatic	5.4E-13	11.964	0	0	0	-17.9817
4	3.3	RITIRO	LinStatic	-2.3E-13	-8.893	0	0	0	13.3664
4	3.3	SPSSX	LinStatic	11.755	-44.815	0	0	0	29.5837
4	3.3	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	0	0	0	3.3459
4	3.3	SISMAH	LinStatic	16.563	-24.559	0	0	0	31.5892

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S4				
PIEDRITTO APPOGGIO INFERIORE SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	337.9	-177.6	247.5
SLU	A2+M2	279.3	-161.2	205.1
SLU	SLV	132.9	-222.9	205.7
SLE	SLD	162.0	-143.1	134.1
SLE	RARA	239.9	-119.8	162.1
SLE	Q.PERM.	174.6	-69.2	77.7
SLE	FESS. RARA	226.8	-110.1	145.6

##### 4.5.4.1 VERIFICHE

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>42 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	42 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	42 di 130								

Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza  
 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<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
 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<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
     Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
     Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : Non prevista

**ACCIAIO - Tipo: B450C**  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

#### 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
--------	-------------	--------------	---------	-----------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>43 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	43 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	43 di 130								

1	1	2	8	18
2	3	4	8	18

**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	33787	24753	0	-17756	0
2	27925	20509	0	-16120	0
3	13293	20572	0	-22288	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	16199	13409	0
2	23985	16208	0
3	22680	14560	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	17460	7770	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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 $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	33787	24753	0	33787	61664	0	2.491
2	S	27925	20509	0	27916	60313	0	2.941
3	S	13293	20572	0	13280	56937	0	2.768

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOTOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	44 di 130

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	-0.00911	50.0	60.0	0.00066	45.0	54.2	-0.02308	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00941	50.0	60.0	0.00059	45.0	54.2	-0.02370	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.01016	50.0	60.0	0.00042	45.0	54.2	-0.02528	-45.0	5.8

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,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	0.000490338	-0.025920287		
2	0.000000000	0.000501874	-0.026612411		
3	0.000000000	0.000531056	-0.028363348		

## VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	10 $\Phi$ 18.0
Asl	2545 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0047		
$\rho_1$	0.005	Vrd	261.2 kN
vmin	0.411	Ved	222.9 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	261163 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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm <sup>2</sup> ] 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	20.3	-50.0	60.0	-181	35.0	5.8	0	0		0.000
2	S	25.2	-50.0	60.0	-209	35.0	5.8	0	0		0.000
3	S	22.8	-50.0	60.0	-185	35.0	5.8	0	0		0.000

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>45 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	45 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	45 di 130								

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	13.0	-50.0	60.0	-87	35.0	5.8	0	0		0.000

#### 4.5.5 PIEDRITTO – MEZZERIA

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	1.8	DEAD	LinStatic	-61.482	-3.753	0	0	0	20.6645
4	1.8	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	0	0	0	22.9027
4	1.8	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	0	0	0	13.192
4	1.8	SPBSX	LinStatic	3.688	-5.763	0	0	0	-5.5851
4	1.8	SPBDX	LinStatic	-3.688	5.759	0	0	0	-0.5684
4	1.8	SPTSX	LinStatic	12.007	-16.412	0	0	0	-25.6523
4	1.8	SPTDX	LinStatic	-12.007	20.281	0	0	0	-3.0004
4	1.8	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	0	0	0	41.9577
4	1.8	SPACCSX	LinStatic	9.863	-15.412	0	0	0	-14.9373
4	1.8	SPACCDX	LinStatic	-10.205	15.824	0	0	0	-1.4968
4	1.8	AVV	LinStatic	30.219	-16.402	0	0	0	-1.1286
4	1.8	TERMF	LinStatic	7.11E-15	-6.699	0	0	0	-8.4841
4	1.8	TERMU	LinStatic	5.4E-13	11.964	0	0	0	-0.036
4	1.8	RITIRO	LinStatic	-2.3E-13	-8.893	0	0	0	0.0267
4	1.8	SPSSX	LinStatic	11.755	-18.37	0	0	0	-17.8055
4	1.8	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	0	0	0	4.1133
4	1.8	SISMAH	LinStatic	16.563	-21.379	0	0	0	-2.8645

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S5				
PIEDRITTO MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	415.5	21.5	117.4
SLU	A2+M2	348.7	20.8	85.6
SLU	SLV	124.9	-75.4	-19.0
SLE	SLD	154.0	-29.8	3.4
SLE	RARA	287.7	14.2	70.2
SLE	Q.PERM.	152.1	7.2	17.7
SLE	FESS. RARA	260.5	9.8	61.6

#### 4.5.5.1 VERIFICHE

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

   <b>PIZZAROTTI</b> <small>FONDATA NEL 1910</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>46 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	46 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	46 di 130								

NOME SEZIONE: s1

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

**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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>47 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	47 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	47 di 130								

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	2	8	18
2	3	4	8	18

**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	41549	11741	0	2147	0
2	34874	8556	0	2084	0
3	12494	-1901	0	-7542	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	15399	338	0
2	28766	7018	0
3	26055	6156	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	15210	1769	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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.
---------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>48 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	48 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	48 di 130								

1	S	41549	11741	0	41571	63452	0	5.404
2	S	34874	8556	0	34900	61920	0	7.237
3	S	12494	-1901	0	12475	-56751	0	29.850

**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	-0.00873	50.0	60.0	0.00074	45.0	54.2	-0.02228	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00905	50.0	60.0	0.00067	45.0	54.2	-0.02296	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.01020	-50.0	0.0	0.00041	-45.0	5.8	-0.02537	45.0	54.2

**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	0.000475594	-0.025035651		
2	0.000000000	0.000488123	-0.025787362		
3	0.000000000	-0.000532736	0.003500000		

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	10 $\Phi$ 18.0
Asl	2545 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0047		
$\rho_1$	0.005	Vrd	261.2 kN
vmin	0.411	Ved	75.4 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	261163 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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ] 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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>49 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	49 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	49 di 130								

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	2.7	50.0	60.0	29	5.0	5.8	0	0		0.000
2	S	13.6	-50.0	60.0	-50	35.0	5.8	0	0		0.000
3	S	12.1	-50.0	60.0	-42	35.0	5.8	0	0		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	4.6	-50.0	60.0	5	35.0	5.8	0	0		0.000

**4.5.6 SOLETTA INFERIORE – NODO CON PIEDRITTO**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5	0.3	DEAD	LinStatic	-3.753	56.541	0	0	0	11.1327
5	0.3	PERM	LinStatic	2.849	40.412	0	0	0	5.6515
5	0.3	BALLAST	LinStatic	1.641	23.277	0	0	0	3.2553
5	0.3	SPBSX	LinStatic	-17.377	1.561	0	0	0	13.2777
5	0.3	SPBDX	LinStatic	5.759	-1.548	0	0	0	-10.4701
5	0.3	SPTSX	LinStatic	-87.438	6.658	0	0	0	51.0796
5	0.3	SPTDX	LinStatic	20.281	-6.591	0	0	0	-37.5294
5	0.3	ACC	LinStatic	5.219	74.035	0	0	0	10.3536
5	0.3	SPACCSX	LinStatic	-46.474	4.176	0	0	0	35.5114
5	0.3	SPACCDX	LinStatic	15.824	-4.18	0	0	0	-28.7258
5	0.3	AVV	LinStatic	-16.402	-5.661	0	0	0	30.0939
5	0.3	TERMF	LinStatic	-6.699	0.018	0	0	0	3.5687
5	0.3	TERMU	LinStatic	11.964	-0.107	0	0	0	-21.5387
5	0.3	RITIRO	LinStatic	-8.893	0.08	0	0	0	16.0105
5	0.3	SPSSX	LinStatic	-55.394	4.978	0	0	0	42.3282
5	0.3	SISMAV	LinStatic	0.512	7.258	0	0	0	1.015
5	0.3	SISMAH	LinStatic	-25.195	2.824	0	0	0	38.2053

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S6				
SOLETTA INFERIORE APPOGGIO SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	279.7	216.0
SLU	A2+M2	0.0	231.5	184.2
SLU	SLV	0.0	156.5	230.8
SLE	SLD	0.0	145.0	137.7
SLE	RARA	0.0	193.0	143.4
SLE	Q.PERM.	0.0	120.5	65.0
SLE	FESS. RARA	0.0	178.5	128.2

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>50 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	50 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	50 di 130								

#### 4.5.6.1 VERIFICHE

##### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

##### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.90	20

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>51 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	51 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	51 di 130								

2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

#### 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	2	8	20
2	3	4	8	20

#### 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	0	21598	0	27969	0
2	0	18418	0	23147	0
3	0	23078	0	15650	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	0	13766	0
2	0	14343	0
3	0	12824	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	0	6496	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 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.)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>52 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	52 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	52 di 130								

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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	21598	0	0	65348	0	3.026
2	S	0	18418	0	0	65348	0	3.548
3	S	0	23078	0	0	65348	0	2.832

**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	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
2	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
3	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,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	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
2	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
3	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h 600 mm Rck 40  
d 541 mm fck 33.2  
bw 1000 mm yc 1.5  
 $1+(200/d)^{0,5}$  1.608  
k 1.608 As 10  $\Phi$  20.0  
Asl 3142 mm<sup>2</sup>  
Asl/(bw·d) 0.0058  

vmin 0.411 Ved 279.7 KN  
vmin-bw-d 222470 N  
Vrd 279919 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<sup>2</sup>]  
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)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>53 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	53 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	53 di 130								

Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 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<sup>2</sup>] 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	17.6	-50.0	60.0	-212	35.0	5.9	0	0	0	0.000
2	S	18.3	-50.0	60.0	-221	35.0	5.9	0	0	0	0.000
3	S	16.4	-50.0	60.0	-197	35.0	5.9	0	0	0	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	8.3	-50.0	60.0	-100	35.0	5.9	0	0	0	0.000

**4.5.7 SOLETTA INFERIORE – MEZZERIA**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
10	0	DEAD	LinStatic	-3.753	-7.845	0	0	0	-34.1357
10	0	PERM	LinStatic	2.849	-3.655	0	0	0	-29.455
10	0	BALLAST	LinStatic	1.641	-2.105	0	0	0	-16.9661
10	0	SPBSX	LinStatic	-17.377	7.659	0	0	0	1.3102
10	0	SPBDX	LinStatic	5.759	-7.662	0	0	0	1.4757
10	0	SPTSX	LinStatic	-87.438	28.314	0	0	0	6.3378
10	0	SPTDX	LinStatic	20.281	-28.329	0	0	0	7.108
10	0	ACC	LinStatic	5.219	-6.696	0	0	0	-53.9616
10	0	SPACCSX	LinStatic	-46.474	20.483	0	0	0	3.5042
10	0	SPACCDX	LinStatic	15.824	-20.98	0	0	0	3.9527
10	0	AVV	LinStatic	-16.402	23.007	0	0	0	-0.1173
10	0	TERMF	LinStatic	-6.699	-0.00407	0	0	0	3.5411
10	0	TERMU	LinStatic	11.964	0.025	0	0	0	-21.3727
10	0	RITIRO	LinStatic	-8.893	-0.018	0	0	0	15.887
10	0	SPSSX	LinStatic	-55.394	24.415	0	0	0	4.1771
10	0	SISMAV	LinStatic	0.512	-0.656	0	0	0	-5.2901
10	0	SISMAH	LinStatic	-25.195	25.417	0	0	0	-0.1801

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S7				
SOLETTA INFERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	-62.3	-200.0
SLU	A2+M2	0.0	-52.5	-161.4
SLU	SLV	0.0	-127.2	-83.5

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>54 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	54 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	54 di 130								

SLE	SLD	0.0	-69.6	-77.1
SLE	RARA	0.0	2.7	-133.4
SLE	Q.PERM.	0.0	-13.6	-76.8
SLE	FESS. RARA	0.0	-0.6	-122.5

#### 4.5.7.1 VERIFICHE

##### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

##### 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	60.00
3	50.00	60.00
4	50.00	0.00

##### DATI BARRE ISOLATE

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>55 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	55 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	55 di 130								

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	-45.00	5.90	20
2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

#### 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	2	8	20
2	3	4	8	20

#### 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	0	-19998	0	-6229	0
2	0	-16137	0	-5246	0
3	0	-8349	0	-12723	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	0	-7706	0
2	0	-13335	0
3	0	-12254	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	0	-7678	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>56 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	56 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	56 di 130								

**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	0	-19998	0	0	-65348	0	3.268
2	S	0	-16137	0	0	-65348	0	4.049
3	S	0	-8349	0	0	-65348	0	7.827

**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	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
2	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
3	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1

**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	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
2	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
3	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	600 mm	Rck	40
d	541 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.608		
k	1.608	As	10 $\Phi$ 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0058		
$\rho_1$	0.006	Vrd	279.9 kN
vmin	0.411	Ved	127.2 KN
vmin·bw·d	222470 N		

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>57 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	57 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	57 di 130								

Vrd 279919 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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>] 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	9.8	50.0	0.0	-119	35.0	54.1	0	0		0.000
2	S	17.0	-50.0	60.0	-205	35.0	54.1	0	0		0.000
3	S	15.7	-50.0	60.0	-189	35.0	54.1	0	0		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	9.8	-50.0	60.0	-118	35.0	54.1	0	0		0.000

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>58 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	58 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	58 di 130								

## 4.6 VERIFICHE GEO

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale condotta con il programma di calcolo SAP2000 ver. 20.0.0. 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 A2 + M2 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. La stratigrafia del sito in cui ricade l'opera è riportata nella Tabella seguente. Si precisa, inoltre, che si è assunta una profondità del piano di posa D pari alla distanza tra estradosso soletta superiore e intradosso soletta inferiore.

Litotipo	prof.	$\gamma$	$\phi'$	$c'$
(-)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(°)	(kPa)
CCU	0 - 4÷5	16.0	25.5	0
TGCs	4÷5 - 15	16.5	32.5	0
MDLb+c	15 - 50	16.5	29	5
$\gamma$	= peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )			
$\phi'$	= angolo di attrito interno (°)			
$c'$	= coesione efficace (kPa)			
$E'$	= modulo di Young (MPa)			

Tabella 1 – Stratigrafia del sito in esame.

Joint	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2
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	36.43	23.66	23.61	15.71	15.70	15.69	15.70	15.71	23.61	23.66	36.43
PERM	17.09	11.08	11.03	7.33	7.32	7.31	7.32	7.33	11.03	11.08	17.09
BALLAST	9.84	6.38	6.36	4.22	4.21	4.21	4.21	4.22	6.36	6.38	9.84
SPBSX	-5.25	-2.72	-2.03	-0.90	-0.45	0.00	0.45	0.90	2.04	2.72	5.24
SPBDX	5.24	2.72	2.04	0.90	0.45	0.00	-0.45	-0.90	-2.03	-2.72	-5.25
SPTSX	-18.67	-9.67	-7.22	-3.19	-1.59	0.02	1.61	3.21	7.23	9.66	18.60
SPTDX	18.60	9.66	7.23	3.22	1.62	0.02	-1.58	-3.19	-7.22	-9.67	-18.67
ACC	31.31	20.29	20.21	13.43	13.40	13.39	13.40	13.43	20.21	20.29	31.31
SPACCSX	-14.04	-7.28	-5.44	-2.41	-1.20	0.01	1.21	2.42	5.44	7.27	14.00
SPACCDX	14.39	7.47	5.59	2.48	1.25	0.01	-1.23	-2.47	-5.58	-7.48	-14.43
AVV	-24.56	-12.76	-9.55	-4.24	-2.12	0.00	2.12	4.24	9.55	12.76	24.56
TERMF	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.02
TERMU	0.11	0.02	-0.02	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05	-0.03	-0.02	0.02	0.11
RITIRO	-0.08	-0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	-0.01	-0.08
SPSSX	-16.73	-8.67	-6.48	-2.87	-1.43	0.01	1.44	2.88	6.49	8.67	16.69
SISMAV	3.07	1.99	1.98	1.32	1.31	1.31	1.31	1.32	1.98	1.99	3.07
SISMAH	-19.39	-10.06	-7.53	-3.34	-1.67	0.00	1.67	3.34	7.53	10.06	19.39



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>60 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	60 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	60 di 130								

-1	0	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	0	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	1	1	2.15	35.75	18.53	13.84	6.13	3.05	-0.02	-3.09	-6.16	-13.86	-18.52	-35.67		
0.3	1	1	2.15	1.97	1.28	1.27	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	1.27	1.28	1.97		
-1	1	1	2.15	41.42	21.50	16.08	7.13	3.56	0.00	-3.56	-7.13	-16.08	-21.50	-41.43		
				<b>153.58</b>	<b>89.03</b>	<b>78.17</b>	<b>44.94</b>	<b>37.82</b>	<b>30.76</b>	<b>23.72</b>	<b>16.70</b>	<b>14.48</b>	<b>3.87</b>	<b>-10.51</b>	<b>482.55</b>	

**Tabella 3 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione SISMA SLV.**

Per la verifica di capacità portante si veda il paragrafo 5.6 essendo le sollecitazioni minori che per la sezione di calcolo SC2.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>61 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	61 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	61 di 130								

## 5 SEZIONE “SC2” - SCATOLARE

### 5.1 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 è pari a 1.39 m, quello dei piedritti e del solettone di fondo è anch'esso pari a 0.60 m. Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del Piano del Ferro e l'estradosso della soletta superiore, si assume cautelativamente pari a circa 1.25 m. Poiché l'opera ricade in zona sismica, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma così come riportato nei capitoli successivi.

Il contributo dovuto all'azione del vento agente sulla barriera antirumore, del peso proprio e, in condizioni sismiche, dell'inerzia della barriera stessa, si traduce in un momento torcente sulla soletta superiore. In via cautelativa, nella sezione in oggetto, si è tenuto conto anche dell'azione variabile dovuta al traffico ferroviario.

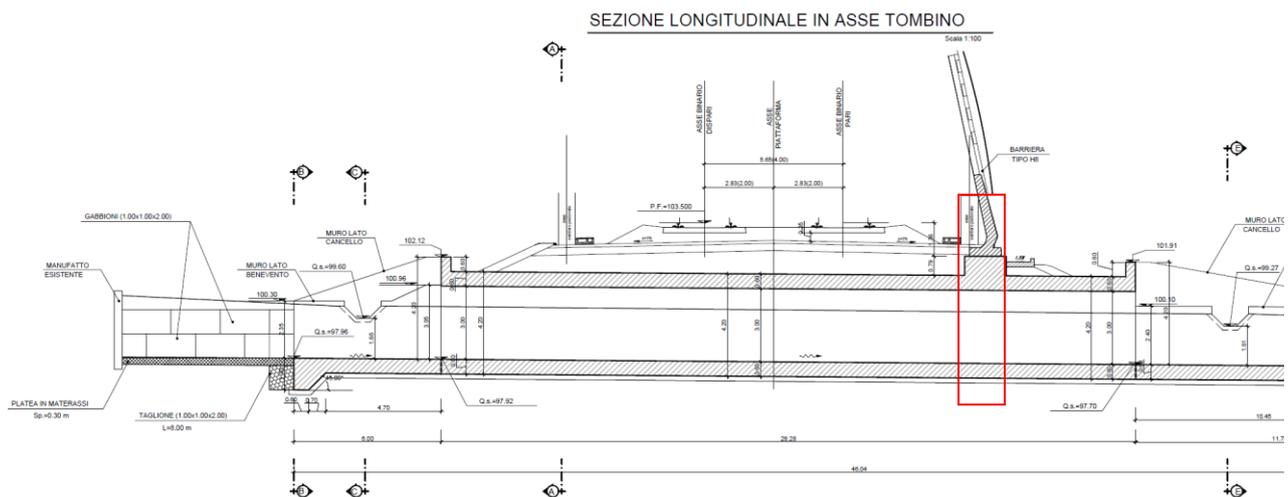


Figura 7 – Sezione longitudinale e individuazione delle sezioni SC2 oggetto di verifica.

Caratteristiche geometriche e di carico dello scatolare:

#### dati di input

h (m)	3	altezza netta interna
l (m)	4	larghezza netta interna
b (m)	1	profondità striscia di telaio
s <sub>i</sub> (m)	0.6	spessore soletta inferiore
s <sub>p</sub> (m)	0.6	spessore piedritti
s <sub>s</sub> (m)	1.39	spessore soletta superiore

#### dati rilevato ferroviario

s <sub>r</sub> (m)	1.25	spessore ricoprimento (escluso ballast)
--------------------	------	---

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>62 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	62 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	62 di 130								

$\gamma_r$ (kN/m <sup>3</sup> )	20	peso di volume ricoprimento/rilevato
$s_m$ (m)	0	spessore massetto pendenze
$\gamma_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	24	peso di volume massetto pendenze
$\gamma_b$ (kN/m <sup>3</sup> )	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

## 5.2 MODELLO DI CALCOLO – SEZIONE SC2

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.19.0.0 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.

### rigidezza molle

$E$ (kN/m <sup>2</sup> )	15000	modulo di Young terreno di fondazione
$b_t$ (m)	5.2	dimensione trasversale dell'opera
$b_l$ (m)	1	dimensione longitudinale dell'opera
$k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	2213	costante di sottofondo (formulazione di Vogt)
$k_{centrale}$ (kN/m)	1018	rigidezza molle centrali
$k_{spigolo}$ (kN/m)	2346	rigidezza molle spigolo
$k_{laterale}$ (kN/m)	1527	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:

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

dove:

$k_s$  = costante di sottofondo [F/L<sup>3</sup>]

$b_t$  = dimensione trasversale dell'opera

$b_l$  = dimensione longitudinale dell'opera

$E$  = modulo di Young del terreno di fondazione

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>63 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	63 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	63 di 130								

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

$$k_s = 2213 \text{ kN/m}^3$$

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

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

$$K7, \dots, K11 = 1018 \text{ kN/m}$$

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

$$K1 = K3 = 2 \cdot k_s \cdot [(L_p/2 + L_{\text{int}} + L_p/2)/10/2 + (L_p/2)] = 2346 \text{ kN/m}$$

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

$$K5 = K6 = K12 = K13 = 1.5 \cdot k_{\text{centrale}} = 1527 \text{ kN/m}$$

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

- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60 \text{ m}$  per la soletta superiore
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60 \text{ m}$  per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00 \times 0.60 \text{ m}$  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 8 – Numerazione dei nodi.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>64 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	64 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	64 di 130								

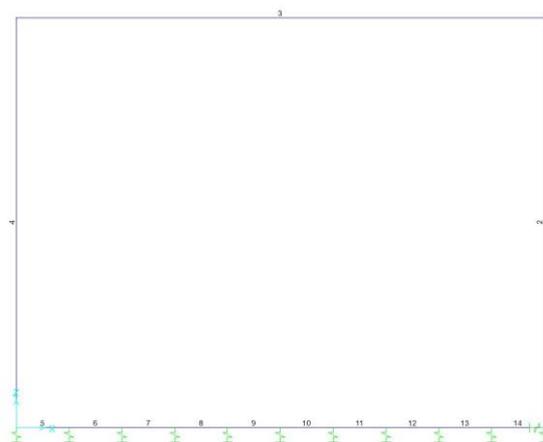


Figura 9 – Numerazione delle aste.

## 5.3 ANALISI DEI CARICHI

### 5.3.1 PESO PROPRIO (DEAD)

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

### 5.3.2 PESO PROPRIO DEL RINGROSSO (DEAD\_RINGROSSO)

Si considera il peso proprio del ringrosso della soletta superiore pari a:

$$P_{\text{ring}} = 0.79 \text{ m} \cdot 25.00\text{kN/m}^3 = 19.75 \text{ KN/m}$$

### 5.3.3 PESO PROPRIO BARRIERA ANTIRUMORE (DEAD\_BARRIERA)

Si considera, in favore di sicurezza, un carico relativo alla barriera antirumore H10 (altezza massima da piano ferro = 7.38 m) per la quale si ha a disposizione la relativa relazione di calcolo (RFI DTC ICI AM ST 01 2010). Considerando cautelativamente un'altezza massima di barriera da testa muro pari a 8.70 m, si ottiene un carico lineare di seguito definito (si noti come il modulo abbia lunghezza di 1.50 m):

$$P_{p, \text{BM130}}: \quad 48.03 \text{ KN};$$

$$P_{p, \text{zoccolo, BM130}}: \quad 17.06 \text{ KN};$$

$$P_{p \text{ pannello bagnato}}: \quad 24.96 \text{ KN};$$

$$P_{\text{Tot}}: \quad \mathbf{90.05 \text{ KN}};$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>65 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	65 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	65 di 130								

$P_{Tot}/1.5 \text{ m} =$	<b>60.03 kN/m;</b>	
$M_{Tot} =$	<b>35.73 kNm/m</b>	momento flettente totale
$M_{Tot}/1.5 \text{ m} =$	<b>23.82 kNm/m</b>	momento flettente per unità di lunghezza

### 5.3.4 SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore di ricoprimento (escluso il ballast) di 1.25 m con  $\gamma_r = 20.00 \text{ kN/m}^3$ .

### 5.3.5 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

$$\Delta F_{b3,4} = 1.66 \text{ kN}$$

Spinta semispessore soletta inferiore

$$\Delta F_{b1,2} = 1.66 \text{ kN}$$

### 5.3.6 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
$\varphi' \text{ (}^\circ\text{)}$	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:

$p_1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	9.61	pressione all'estradosso soletta superiore
$p_2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	11.91	pressione in asse soletta superiore
$p_3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	39.59	pressione in asse soletta inferiore
$p_4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	41.89	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.

$F_{1,2} \text{ (kN/m)}$	3.23	forza concentrata semispessore soletta superiore
$F_{3,4} \text{ (kN/m)}$	12.22	forza concentrata semispessore soletta inferiore

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>66 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	66 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	66 di 130								

### 5.3.7 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Assente.

### 5.3.8 SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE

Assente.

### 5.3.9 CARICHI VARIABILI

#### 5.3.9.1 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:

$L_1 = 3.60$  m      altezza piedritto di sinistra

$L_2 = 4.60$  m      lunghezza solettone

$L_3 = 3.60$  m      altezza piedritto di destra

$L_\phi = k \cdot L_m = 5.11$  m con  $k = 1.3$ .

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

$$\Phi_3 = 0.9 \times \left( \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \right) = 1.60$$

Essendo  $l < 8$  m ed  $h < 5$  m si assume invece il valore  $\Phi = 1.35$ .

#### 5.3.9.2 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

$s_s = 0.60$  m : spessore del solettone

$s_m = 0.00$  m : spessore del massetto pendenze

$s_r = 1.25$  m : spessore del ricoprimento

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>67 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	67 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	67 di 130								

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

Diffusione trasversale

$$L_d = L_{tr\,sv} + 2 \cdot (s_r \cdot b_r / a_r + s_b \cdot b_b / a_b) + 2 \cdot (s_s / 2) \cdot b_s / a_s + 2 \cdot s_m \cdot b_m / a_m = 5.07$$
 m

### 5.3.9.3 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  $\alpha$  è pari a 1.1.

$$Q_{vk} = 250$$
 kN

$$q_{vk} = 80$$
 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
$\Phi$	1.35	coefficiente incremento dinamico
q (kN/m)	232.03	$q = q_{eq} \cdot \alpha \cdot \Phi$
$L_d$ (m)	5.07	larghezza di diffusione
$q/L_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	45.80	

Tale carico viene introdotto nel modello con la dicitura ACC:

Treno di carico SW/2

$$q_{vk} = 150.0$$
 kN/m

$$\alpha = 1.0$$
 : coefficiente di adattamento

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

### 5.3.9.4 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)	4.47	larghezza di diffusione
q (kN/m)	171.88	$q = q_{eq} \cdot \alpha$
$q/L_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	38.48	
$\Delta p_{acc}$ (kN/m <sup>2</sup> )	14.79	

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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>68 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	68 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	68 di 130								

$\Delta F_{1,2,acc}$  (kN/m)                      4.44  $\Delta F$  dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta superiore

$\Delta F_{3,4,acc}$  (kN/m)                      4.44  $\Delta F$  dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta inferiore

### 5.3.9.5 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)                          7.16 carico distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

$M_{avv}$  (kNm/m)                          16.84 momento flettente distribuito dovuto all'avviamento treno di carico LM71

### 5.3.9.6 AZIONE DEL VENTO (VENTO)

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti dirette secondo due assi principali della struttura, tali azioni esercitano normalmente all'elemento di parete o di copertura, pressioni e depressioni  $p$  (indicate rispettivamente con segno positivo e negativo) di intensità calcolate con la seguente espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

$q_b$  - Pressione cinetica di riferimento

$c_e$  - Coefficiente di esposizione

$c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)

$c_d$  - Coefficiente dinamico

#### Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$\rho$  - Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

#### Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione ( $k_r, z_0, z_{min}$ ).

Zona vento = 3 ( $v_{b,0} = 27$  m/s;  $a_0 = 500$  m;  $k_a = 0.020$  1/s );

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B

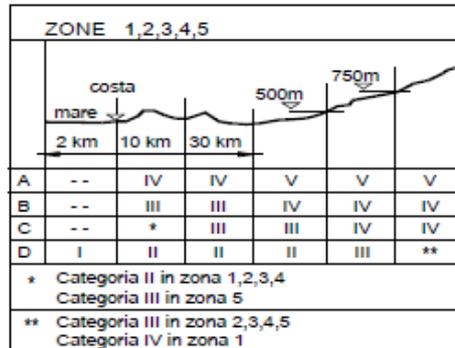


Figura 10 - Schema per la definizione della categoria di esposizione – cfr. NTC08.

Classe di rugosità del terreno: C - Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...).

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Figura 11 – Tabella per la determinazione dei parametri  $k_r$ ,  $z_0$  e  $z_{min}$  – cfr. NTC08.

Facciamo riferimento ad una barriera alta 8.70 m.

Categoria esposizione III

$k_r$	0.20		Cat. II (D.M.08, Tab 3.3.II)
$z_0$	0.10	m	
$z_{min}$	5.00	m	
$z$	8.70	m	altezza sul suolo del punto considerato (Z+H)

Tabella 4 – Tabella riassuntiva dei parametri necessari alla determinazione dell'azione del vento.

Il valore di  $c_e$  può essere ricavato mediante la relazione:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \text{ per } z > z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

Il coefficiente di topografica  $C_t = 1$

Nel caso in esame abbiamo quindi:

$$\text{Pressione cinetica di riferimento } (q_b) = 1/2 \rho v_b^2 = 1/2 \cdot 1.25 \cdot 27^2 = 0.456 \text{ kN/m}^2;$$

Coefficiente di forma  $C_p = 1.2$  pareti isolate - paragrafo 7.4.1 dell'EC1, prospetto 7.9 – zona D;

Coefficiente dinamico ( $C_d$ ) = 1.00;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>70 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	70 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	70 di 130								

Coefficiente di esposizione topografica ( $C_t$ ) = 1.00;

Altezza della barriera =  $Z+H = 8.70 > z_{min}$ ;

Coefficiente di esposizione  $C_e$  (8.70) = 2.05.

Noti  $q_b$ ,  $C_e$ ,  $C_p$ ,  $C_d$  si ricava la pressione del vento, secondo D.M. 2008:

$$P_{VENTO} = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.456 \cdot 2.05 \cdot 1.20 \cdot 1.0 = \mathbf{1.12 \text{ kN/m}^2} \rightarrow \text{Pressione del vento}$$

La pressione del vento si considera agente su un metro lineare di barriera antirumore. Si assume un'altezza complessiva per la barriera pari a 8.70 m.

Per le verifiche le azioni in testa al muro (dovute all'azione del vento) saranno valutate con le seguenti formulazioni:

$$M_{Vento} = P_{Vento} \cdot 3 \text{ m} \cdot h_{barr} \cdot (h_{BM130} + h_{barr}/2) + P_{Vento} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot h_{BM130} \cdot h_{BM130}/2 =$$

$$= (1.12 \cdot 3 \cdot 5.38 \cdot (3.32 + 5.38/2) + 1.12 \cdot 1.5 \cdot 3.32 \cdot 3.32/2) / 1.5 = \mathbf{78.50 \text{ kNm/m}}$$

$$V_{Vento} = (P_{Vento} \cdot 3 \text{ m} \cdot h_{barr} + P_{Vento} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot h_{BM130}) / 1.5 =$$

$$(1.12 \cdot 3 \cdot 5.38 + 1.12 \cdot 1.5 \cdot 3.32) / 1.5 = \mathbf{15.76 \text{ kN/m}}$$

$$N_{Vento} = V_{Vento} \cdot \text{tg } 12^\circ = 11.79 \cdot \text{tg } 12^\circ = \mathbf{3.35 \text{ kN/m}}$$

Ove:

$$h_{BM130} = 3.32 \text{ m}$$

$$h_{barr} = \text{altezza dei pannelli fonoisolanti} = 7.38 - 2.00 = 5.38 \text{ m}$$

### 5.3.10 AZIONI CLIMATICHE

#### 5.3.10.1 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  $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ .

#### 5.3.10.2 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  $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ .

#### 5.3.10.3 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.

	$R_{ck}$	40
	$f_{ck}$	33.20 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a compressione media	$f_{cm}$	41.20 N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico secante	$E_{cm}$	33642.78 N/mm <sup>2</sup>
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	0.00001
classe del cemento	cls tipo	R

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>71 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	71 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	71 di 130								

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
	H	60.00 cm
sezione dell'elemento	$A_c$	600000 mm
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	1000 mm
dimensione elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1200 mm
umidità relativa percentuale	RH	75 %

calcolo del modulo elastico

coeff. del tipo di cemento	$\alpha$	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	$\alpha_1$	0.892	
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_2$	0.968	
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_3$	0.922	

coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	$\beta_H$	1383
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.985

coeff. che tiene conto dell'umidità	$\varphi_{RH}$	1.203
coeff. nominale della viscosità	$\varphi_0$	2.045
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	2.02

Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11158.4 N/mm <sup>2</sup>
----------------------------	------------------	---------------------------

calcolo della deformazione di ritiro

parametro fuazione di $h_0$	$k_h$	0.7
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.943
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.00028114
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.00042602
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds1}$	6
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds2}$	0.11
	$\beta_{RH}$	0.89609375

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>72 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	72 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	72 di 130								

	$\beta_{as}(t)$	1
	$\varepsilon_{ca\ 00}$	0.000058
deformazione dovuta al ritiro autogeno	$\varepsilon_{ca}$	5.8E-05
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.00033914
variazione termica uniforme	$\Delta T_{ritiro}$	-11.25 °C

### 5.3.11 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), 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
$a_g(g)$	0.221	accelerazione su sito riferimento rigido

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>73 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	73 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	73 di 130								

$F_0 (-)$	2.467	
$T_C^* (s)$	0.425	
$S_S$	1.373	coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)
$S_T$	1.00	coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)
$a_{max}(g)$	0.30	$a_{max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

### SLD

$P_{VR}$	0.63	probabilità di superamento
$T_R (anni)$	113.15	tempo di ritorno per SLD
$a_g(g)$	0.094	accelerazione su sito riferimento rigido
$F_0 (-)$	2.401	
$T_C^* (s)$	0.343	
$S_S$	1.500	coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)
$S_T$	1.00	coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)
$a_{max}(g)$	0.14	$a_{max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

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:

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

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  $\beta_m$  assume il valore unitario.

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

### SLV

$\beta_m$	1.00	
$k_h$	0.30	coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0.15	coefficiente sismico verticale

### SLD

$\beta_m$	1.00	
-----------	------	--

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>74 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	74 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	74 di 130								

$k_h$  0.14 coefficiente sismico orizzontale

$k_v$  0.07 coefficiente sismico verticale

### 5.3.11.1 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  $\Delta F_E$  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) 6.25 altezza da P.F. di progetto a fondazione

$h_{scat}$  (m) 4.2 altezza scatolare

$\Delta p_E$  (kN/m<sup>2</sup>) 37.93 incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLV

$\Delta p_E$  (kN/m<sup>2</sup>) 17.63 incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLD

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) 11.38  $\Delta F$  dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLV

$\Delta F_{3,4,E}$  (kN/m) 11.38  $\Delta F$  dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLV

$\Delta F_{1,2,E}$  (kN/m) 5.29  $\Delta F$  dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLD

$\Delta F_{3,4,E}$  (kN/m) 5.29  $\Delta F$  dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLD

### 5.3.11.2 SOVRASPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE

Assente.

### 5.3.11.3 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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>75 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	75 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	75 di 130								

$F_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	11.96	inerzia orizzontale ballast + ricoprimento + massetto per SLV
$F_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	4.55	inerzia orizzontale soletta superiore per SLV
$F_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	4.55	inerzia orizzontale piedritti per SLV
$F_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	5.56	inerzia orizzontale ballast + ricoprimento + massetto per SLD
$F_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.12	inerzia orizzontale soletta superiore per SLD
$F_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.12	inerzia orizzontale piedritti per SLD

### 5.3.11.4 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/m <sup>2</sup> )	5.98	inerzia verticale ballast + ricoprimento + massetto per SLV
$F_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.28	inerzia verticale soletta superiore per SLV
$F_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.28	inerzia verticale piedritti per SLV
$F_4$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.39	inerzia verticale treno di carico LM71 per SLV
$F_5$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.28	inerzia verticale soletta inferiore per SLV
$F_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	2.78	inerzia verticale ballast + ricoprimento + massetto per SLD
$F_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.06	inerzia verticale soletta superiore per SLD
$F_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.06	inerzia verticale piedritti per SLD
$F_4$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.65	inerzia verticale treno di carico LM71 per SLD
$F_5$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.06	inerzia verticale soletta inferiore per SLD

### 5.3.11.5 CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA BARRIERA (SISMAH\_BARRIERA/SISMAV\_BARRIERA)

Per la valutazione della forza indotta dal moto sismico, si procede facendo riferimento a quanto prescritto dalle normative vigenti. L'azione sismica sarà calcolata in base alla frequenza di vibrazione fornita dalla relazione di calcolo della barriera H7 già citata.

$$f_{1,PA} = 7.76 \text{ Hz (frequenza con pannello asciutto)} \rightarrow T_{1,PA} = 1/f_{1,PA} = 1/7.76 = 0.13 \text{ s;}$$

$$f_{1,PB} = 4.55 \text{ Hz (frequenza con pannello bagnato)} \rightarrow T_{1,PB} = 1/f_{1,PB} = 1/4.55 = 0.22 \text{ s.}$$

Tenendo presente i parametri dello spettro di risposta elastica, che sono di seguito riportati:

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>76 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	76 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	76 di 130								

	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_o$	$T_C^*$ (s)
SLD	113	0.094	2.4101	0.343

**Tabella 5 – Parametri spettro di risposta allo SLD.**

I valori delle ordinate dello spettro in funzione delle due frequenze naturali della struttura, rispettivamente in condizioni di pannelli asciutti e bagnati, sono pari:

$$S_e(T_{1,PA}) = \mathbf{0.289 \text{ g.}}$$

$$S_e(T_{1,PB}) = \mathbf{0.339 \text{ g.}}$$

La componente della forza sismica orizzontale legata alla massa della barriera è data dalla seguente formula presente nel D.M.2008:

$$F_{h,i} = S_e(T_i) \cdot W_i \cdot \frac{\lambda}{g}$$

Prendiamo lo spettro che massimizza l'effetto sismico, quindi consideriamo  $S_e(T) = 0.339 \text{ g}$

Per le verifiche avremo:

$$W_{PA/PB} = 60.03 \text{ kN/m} \quad \text{Peso della striscia di 1.0 m di barriera con montante VH10.}$$

La componente orizzontale generata dal sisma vale pertanto:

$$F_{h,P} = 0.339 \cdot g \cdot 60.03 \cdot 1/g = \mathbf{20.32 \text{ kN/m}} \quad \text{Forza orizz. sismica per metro lineare di barriera}$$

$$M_P = 20.32 \cdot 8.70/2 = \mathbf{88.36 \text{ kNm/m}} \quad \text{Momento sismica per metro lineare di barriera}$$

La forza orizzontale  $F_{h,P}$  non è stata considerata nel modello perché costituisce un'azione fuori piano.

Analogamente per la componente verticale si avrà:

Tenendo presente dei dati in i parametri dello spettro di risposta elastica sono di seguito riportati:

	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_V$
SLD	1068	0.039	0.992

**Tabella 6 – Parametri spettro di risposta in funzione di  $T_R$**

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata, lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{con} \quad 0 \leq T < T_B;$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>77 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	77 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	77 di 130								

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \quad \text{con} \quad T_B \leq T < T_C;$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \quad \text{con} \quad T_C \leq T < T_D;$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{con} \quad T_D \leq T;$$

dove:

$T$  ed  $S_{ve}$  sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale;

$S = S_S \cdot S_T$ , coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, in cui i valori di  $S_S$ , coefficiente di amplificazione stratigrafica, e di  $S_T$ , coefficiente di amplificazione topografica sono riportati nelle tabelle presenti di seguito;

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55, \quad \text{fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali}$$

$\xi$  diversi dal 5%, con  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;

Si hanno pertanto i seguenti valori:

$$\xi = 5 \%;$$

$$\eta = 1,00;$$

$$S = S_S \cdot S_T = 1,00 \cdot 1,00 = 1,00;$$

$$T_B = 0,05 \text{ s};$$

$$T_C = 0,15 \text{ s};$$

$$T_D = 1,00 \text{ s}.$$

La componenti della forza sismica verticale legata alla massa della barriera è data dalla seguente formula presente

$$\text{nelle NTC2008: } F_{h,i} = S_e(T_i) \cdot W_i \cdot \frac{\lambda}{g},$$

dove:

$F_{v,i}$  è la forza da applicare alla massa  $i$ -esima;

$W_i$  è il peso della massa  $i$ -esima;

$S_{ve}(T_i)$  è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito in precedenza;

$\lambda$  è un coefficiente pari a 0.85 se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e se  $T_i < 2 \cdot T_C$ , pari a 1.0 in tutti gli altri casi;

$g$  è l'accelerazione di gravità terrestre (9.80665 m/s<sup>2</sup>).

Dalle formulazioni precedentemente riportate i valori delle ordinate dello spettro in funzione delle due frequenze naturali della struttura rispettivamente in condizioni di pannelli asciutti e bagnati è pari:

$$S_e(T_{1,PA}) = \mathbf{0.093g}.$$

Per le verifiche geotecniche avremo:

$$W_{PA/PB} = 60,03 \text{ kN/m} \quad \rightarrow \text{Peso della striscia di 1.0 m di barriera con montante VH10.}$$

La componente verticale generata dal sisma vale pertanto:

$$F_{v,p} = 0,093g \cdot 60,03 \cdot 1/g = \mathbf{5,60 \text{ kN/m}} \quad \rightarrow \text{Forza verticale sismica per metro lineare di barriera.}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>78 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	78 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	78 di 130								

$M_{v,p} = 2.22 \text{ kNm/m}$

→ Momento flettente sismico per metro lineare di barriera.

## 5.4 CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI

### 5.4.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

DEAD	PESO PROPRIO
DEAD_RINGROSSO	PESO PROPRIO RINGROSSO (in corrispondenza della sezione con barriera antirumore)
DEAD BARRIERA	PESO PROPRIO BARRIERA
PERM	CARICHI PERMANENTI (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 ( $\Delta T_u$ , $\Delta T_f$ )
RITIRO	RITIRO
VENTO	VENTO
SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI
SISMAV_BARRIERA	INERZIA SISMICA VERTICALE BARRIERA
SISMAH_BARRIERA	INERZIA SISMICA ORIZZONTALE BARRIERA

### 5.4.2 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.



**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	80 di 130

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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

**MEZZERIA (S2)**

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>81 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	81 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	81 di 130								

RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

#### 5.4.2.2 PIEDRITTI

#### INCASTRO SUPERIORE DESTRO (S3)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

#### INCASTRO INFERIORE SINISTRO (S4)

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	82 di 130

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

## MEZZERIA PIEDRITTO SINISTRO (S5)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>83 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	83 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	83 di 130								

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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

### 5.4.2.3 SOLETTA INFERIORE

#### INCASTRO SINISTRO (S6)

	$\gamma$ (A1)	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (Asis)	$\gamma$ (M1)	$\gamma$ (M2)	$k_A/k_0$ (sis)	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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
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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>84 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	84 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	84 di 130								

SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

### MEZZERIA (S7)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (A_{sis})$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/S LD	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_RINGROSSO	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DEAD_BARRIERA	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
VENTO	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.5	0
SPSSX	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAV_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0
SISMAH_BARRIERA	0	0	1	0	1	1	2.15	0	0	0

### 5.4.3 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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>85 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	85 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	85 di 130								

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)

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  $\psi_{2i}$  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  $\psi_{2i} = 0.2$ .

## 5.5 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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>86 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	86 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	86 di 130								

<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>		
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
<b>5 Attacco di cicli gelo/disgelo</b>		
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
<b>6 Attacco chimico</b>		
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 nel paragrafi seguenti, tutte le verifiche risultano tutte soddisfatte.

### 5.5.1 SOLETTA SUPERIORE – NODO CON PIEDRITTO

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	T	M3	FrameElem	ElemStation
-------	---------	------------	----------	---	----	---	----	-----------	-------------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>87 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	87 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	87 di 130								

Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	Text	m
3	0.3	DEAD	LinStatic	3.753	-29.991	0	-4.2368	3-1	0.3
3	0.3	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	-2.25	-39.5	0	-9.4051	3-1	0.3
3	0.3	DEAD_BARRIERA	LinStatic	-6.84	-120.06	47.64	-28.5867	3-1	0.3
3	0.3	PERM	LinStatic	-2.849	-50	0	-11.9052	3-1	0.3
3	0.3	BALLAST	LinStatic	-1.641	-28.8	0	-6.8574	3-1	0.3
3	0.3	SPBSX	LinStatic	-5.851	-3.688	0	-8.8576	3-1	0.3
3	0.3	SPBDX	LinStatic	-5.759	3.688	0	6.0592	3-1	0.3
3	0.3	SPTSX	LinStatic	-20.712	-12.007	0	-30.6786	3-1	0.3
3	0.3	SPTDX	LinStatic	-20.281	12.007	0	18.1243	3-1	0.3
3	0.3	ACC	LinStatic	-5.219	-91.6	0	-21.8103	3-1	0.3
3	0.3	SPACCSX	LinStatic	-15.65	-9.863	0	-23.69	3-1	0.3
3	0.3	SPACCDX	LinStatic	-15.824	10.205	0	16.8973	3-1	0.3
3	0.3	AVV	LinStatic	-14.386	-30.219	0	-26.8752	3-1	0.3
3	0.3	TERMF	LinStatic	6.699	-8.9E-16	0	20.5422	3-1	0.3
3	0.3	TERMU	LinStatic	-11.964	-3.8E-13	0	-21.4989	3-1	0.3
3	0.3	RITIRO	LinStatic	8.973	2.67E-13	0	16.1242	3-1	0.3
3	0.3	VENTO	LinStatic	0	0	157	0	3-1	0.3
3	0.3	SPSSX	LinStatic	-18.654	-11.755	0	-28.2368	3-1	0.3
3	0.3	SISMAV	LinStatic	-0.512	-8.98	0	-2.1382	3-1	0.3
3	0.3	SISMAH	LinStatic	-15.461	-16.563	0	-33.3063	3-1	0.3
3	0.3	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	-0.638	-11.2	4.44	-2.6668	3-1	0.3
3	0.3	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	176.72	0	3-1	0.3

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S1				
SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	-571.1	-258.5
SLU	A2+M2	0.0	-460.7	-218.5
SLU	SLV	0.0	-408.6	-240.2
SLE	SLD	0.0	-329.5	-158.3
SLE	RARA	0.0	-400.0	-173.9
SLE	Q.PERM.	0.0	-268.4	-97.4
SLE	FESS. RARA	0.0	-373.7	-159.5

### 5.5.1.1 VERIFICHE

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s1

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>88 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	88 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	88 di 130								

Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco 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<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
 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<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
     Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
     Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : Non prevista

**ACCIAIO - Tipo: B450C**  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 139.0 cm  
 Barre inferiori : 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori : 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
 Copriferro barre inf. (dal baric. barre) : 5.9 cm  
 Copriferro barre sup. (dal baric. barre) : 5.9 cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-25845	-57108	20561
2	0	-21850	-46069	17010
3	0	-24024	-40860	43081

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	-15828
2	0	-17394
3	0	-15947

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>89 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	89 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	89 di 130								

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	-9736

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.7 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 baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue  
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione) = 20.7 cm<sup>2</sup>  
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione) = 20.7 cm<sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-25845	-5	-121640	4.706	6.1	0.05	0.70
2	S	0	-21850	-5	-121640	5.567	6.1	0.05	0.70
3	S	0	-24024	-5	-121640	5.063	6.1	0.05	0.70

**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  
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)  
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 compressione)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00326	-0.02841	0.0	0.00012	5.9	-0.06750	133.1
2	0.00326	-0.02841	0.0	0.00012	5.9	-0.06750	133.1
3	0.00326	-0.02841	0.0	0.00012	5.9	-0.06750	133.1

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	1390 mm	Rck	40
d	1331 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
1+(200/d) <sup>0,5</sup>	1.388		
k	1.388	As	10 $\Phi$ 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0024		

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOTOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	90 di 130

$\rho_1$	0.002	Vrd	440.2 kN
$v_{min}$	0.330	Ved	571.1 KN
$v_{min} \cdot bw \cdot d$	438762 N		
Vrd	440222 N	NON VERIFICATO	

## ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	22.5 cm	[Passo massimo di normativa = 22.6]
N.Bracci staffe:	3	
Area staffe/m :	15.1 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 15.0]
Barre long. tors.:	16Ø16 (32.2 cm <sup>2</sup> )	

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [daNm]
Trdu	Momento torcente resistente ultimo [daNm] (lato conglomerato)
Mis.Sic.	Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic <=1
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vru	Vcd	Vwd	Tsdu	Trdu	Mis.Sic.	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	-57108	43076	434431	109773	20561	164425	0.257	100.0	26.57	1.000	6.1
2	S	-46069	43076	434431	115230	17010	164425	0.209	100.0	26.57	1.000	4.9
3	S	-40860	43076	434431	75169	43081	164425	0.356	100.0	26.57	1.000	4.4

## RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl.	Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm <sup>2</sup> ]
Per.Nucl.	Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Sp.Nucl.	Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Afst	Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm <sup>2</sup> /m]
Af long.	Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm <sup>2</sup> ]
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [daNm]
Trsd	Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [daNm]
Trld	Momento torc. resist. reso da apposite barre longitudinali (compresa una aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione)

N.Comb.	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Afst	Af long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	7796	362	29.1	1.7	24.4	20561	20561	45158
2	''	''	''	1.4	20.2	17010	17010	45158
3	''	''	''	3.5	51.1	43081	43081	45158

## COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	4.2	0.0	-4.2	0.0	-58	5.9	0.0	0	0.0	0.0
2	S	4.6	0.0	-4.6	0.0	-63	5.9	0.0	0	0.0	0.0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>91 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	91 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	91 di 130								

3    S    4.2    0.0    -4.2    0.0    -58    5.9    0.0    0    0.0    0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
ScImax                Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm<sup>2</sup>]  
ScI\_min                Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Sc\_Eff                 Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm<sup>2</sup>]  
K3                      Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)  
Beta12                 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
Eps                     Deformazione unitaria media tra le fessure  
Srm                     Distanza media in mm tra le fessure  
Ap.fess.                Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
3	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.6	0.0	-2.6	0.0	-35	5.9	0.0	0	0.0	0.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**5.5.2 SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA**

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	T	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	Text	m
3	2.3	DEAD	LinStatic	3.753	1.7E-12	0	25.7543	3-1	2.3
3	2.3	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	-2.25	9.48E-13	0	30.0949	3-1	2.3
3	2.3	DEAD_BARRIERA	LinStatic	-6.84	2.53E-12	-1.8E-15	91.4733	3-1	2.3
3	2.3	PERM	LinStatic	-2.849	1.02E-12	0	38.0948	3-1	2.3
3	2.3	BALLAST	LinStatic	-1.641	5.62E-13	0	21.9426	3-1	2.3
3	2.3	SPBSX	LinStatic	-5.851	-3.688	0	-1.4824	3-1	2.3
3	2.3	SPBDX	LinStatic	-5.759	3.688	0	-1.316	3-1	2.3
3	2.3	SPTSX	LinStatic	-20.712	-12.007	0	-6.6645	3-1	2.3
3	2.3	SPTDX	LinStatic	-20.281	12.007	0	-5.8898	3-1	2.3
3	2.3	ACC	LinStatic	-5.219	1.88E-12	0	69.7897	3-1	2.3
3	2.3	SPACCSX	LinStatic	-15.65	-9.863	0	-3.9647	3-1	2.3
3	2.3	SPACCDX	LinStatic	-15.824	10.205	0	-3.5136	3-1	2.3
3	2.3	AVV	LinStatic	-0.066	-30.219	0	-0.118	3-1	2.3
3	2.3	TERMF	LinStatic	6.699	-8.9E-16	0	20.5422	3-1	2.3
3	2.3	TERMU	LinStatic	-11.964	-3.8E-13	0	-21.4989	3-1	2.3
3	2.3	RITIRO	LinStatic	8.973	2.67E-13	0	16.1242	3-1	2.3
3	2.3	VENTO	LinStatic	0	0	1.74E-14	0	3-1	2.3
3	2.3	SPSSX	LinStatic	-18.654	-11.755	0	-4.726	3-1	2.3

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>92 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	92 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	92 di 130								

3	2.3	SISMAV	LinStatic	-0.512	2.28E-13	0	6.8418	3-1	2.3
3	2.3	SISMAH	LinStatic	-0.101	-16.563	0	-0.1812	3-1	2.3
3	2.3	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	-0.638	2.3E-13	-4E-16	8.5332	3-1	2.3
3	2.3	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	1.96E-14	0	3-1	2.3

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S2				
SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	0.0	432.0
SLU	A2+M2	0.0	0.0	342.8
SLU	SLV	0.0	-43.2	232.2
SLE	SLD	0.0	-20.1	216.3
SLE	RARA	0.0	0.0	303.1
SLE	Q.PERM.	0.0	0.0	229.2
SLE	FESS. RARA	0.0	0.0	289.2

## 5.5.2.1 VERIFICHE

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s2

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 200000 daN/cm<sup>2</sup>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>93 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	93 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	93 di 130								

Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 139.0 cm  
 Barre inferiori : 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori : 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.9 cm  
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.9 cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	43197	0	0
2	0	34275	0	0
3	0	23219	-4323	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	21632
2	0	30315
3	0	28919

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	22915

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.7 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 baricentrico  
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue  
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione) = 31.4 cm<sup>2</sup>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>94 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	94 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	94 di 130								

Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 31.4 cm<sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	43197	-17	181079	4.192	131.9	0.05	0.70
2	S	0	34275	-17	181079	5.283	131.9	0.05	0.70
3	S	0	23219	-17	181079	7.799	131.9	0.05	0.70

**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
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)
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 compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02602	139.0	0.00058	133.1	-0.06246	5.9
2	0.00350	-0.02602	139.0	0.00058	133.1	-0.06246	5.9
3	0.00350	-0.02602	139.0	0.00058	133.1	-0.06246	5.9

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	1390 mm	Rck	40
d	1331 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
1+(200/d)^0,5	1.388		
k	1.388	As	10 Ø 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0024		
ρ1	0.002	Vrd	440.2 kN
vmin	0.330	Ved	43.2 KN
vmin·bw·d	438762 N		
Vrd	440222 N	VERIFICATO	

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	5.7	139.0	-5.7	139.0	-79	133.1	0.0	0	0.0	0.0
2	S	8.0	139.0	-8.0	139.0	-110	133.1	0.0	0	0.0	0.0
3	S	7.7	139.0	-7.7	139.0	-105	133.1	0.0	0	0.0	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>95 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	95 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	95 di 130								

Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm<sup>2</sup>]  
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)  
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure  
Srm Distanza media in mm tra le fessure  
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
2	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
3	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.1	139.0	-6.1	139.0	-83	133.1	0.0	0	0.0	0.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**5.5.3 PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA SUPERIORE**

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	Text	m
2	3.3	DEAD	LinStatic	-38.988	-3.753	-15.0349	2-1	3.3
2	3.3	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	-45.425	2.25	-21.4687	2-1	3.3
2	3.3	DEAD_BARRIERA	LinStatic	-138.069	6.84	-65.2541	2-1	3.3
2	3.3	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	-27.1756	2-1	3.3
2	3.3	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	-15.6532	2-1	3.3
2	3.3	SPBSX	LinStatic	-3.688	5.851	-8.2084	2-1	3.3
2	3.3	SPBDX	LinStatic	3.688	2.44	8.1463	2-1	3.3
2	3.3	SPTSX	LinStatic	-12.007	20.712	-28.067	2-1	3.3
2	3.3	SPTDX	LinStatic	12.007	13.132	26.2713	2-1	3.3
2	3.3	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	-49.7857	2-1	3.3
2	3.3	SPACCSX	LinStatic	-9.863	15.65	-21.9538	2-1	3.3
2	3.3	SPACCDX	LinStatic	10.205	6.097	22.4536	2-1	3.3
2	3.3	AVV	LinStatic	-30.219	16.534	-25.9286	2-1	3.3
2	3.3	TERMF	LinStatic	0	-6.699	18.5325	2-1	3.3
2	3.3	TERMU	LinStatic	0	11.964	-17.9098	2-1	3.3
2	3.3	RITIRO	LinStatic	2.56E-13	-8.973	13.4323	2-1	3.3
2	3.3	VENTO	LinStatic	0	0	0	2-1	3.3
2	3.3	SPSSX	LinStatic	-11.755	18.654	-26.1674	2-1	3.3
2	3.3	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	-4.8807	2-1	3.3
2	3.3	SISMAH	LinStatic	-16.563	18.401	-32.8502	2-1	3.3
2	3.3	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	-12.88	0.638	-6.0873	2-1	3.3
2	3.3	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	0	2-1	3.3

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>96 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	96 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	96 di 130								

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S3				
PIEDRITTO APPOGGIO SUPERIORE DESTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	653.2	137.3	-391.8
SLU	A2+M2	526.2	130.5	-319.3
SLU	SLV	418.5	150.0	-301.5
SLE	SLD	377.9	106.9	-229.7
SLE	RARA	428.3	84.0	-240.0
SLE	Q.PERM.	313.1	61.3	-164.7
SLE	FESS. RARA	405.3	79.9	-225.7

### 5.5.3.1 VERIFICHE

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s3

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>97 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	97 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	97 di 130								

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

#### 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	2	8	18
2	3	4	8	18

#### 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	65319	-39182	0	13728	0
2	52617	-31934	0	13052	0
3	41855	-30146	0	15001	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	37791	-22968	0
2	42831	-24005	0
3	40526	-22570	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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>98 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	98 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	98 di 130								

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

N.Comb.	N	Mx	My
1	31310	-16467	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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	65319	-39182	0	65316	-68877	0	1.758
2	S	52617	-31934	0	52611	-65981	0	2.066
3	S	41855	-30146	0	41867	-63520	0	2.107

#### 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	-0.00764	-50.0	0.0	0.00099	-45.0	5.8	-0.01997	45.0	54.2
2	0.00350	-0.00821	-50.0	0.0	0.00086	-45.0	5.8	-0.02117	45.0	54.2
3	0.00350	-0.00872	-50.0	0.0	0.00074	-45.0	5.8	-0.02225	45.0	54.2

#### 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	-0.000433043	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000455197	0.003500000		
3	0.000000000	-0.000475059	0.003500000		

#### VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>99 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	99 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	99 di 130								

1+(200/d)^0,5	1.607				
k	1.607	As	10	Φ	18.0
Asl	2545	mm <sup>2</sup>			
Asl/(bw· d)	0.0047				
ρ1	0.005	Vrd	261.2	kN	
vmin	0.411	Ved	150.0	KN	
vmin·bw·d	222764	N			
Vrd	261163	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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ] 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	36.3	-50.0	60.0	-287	-35.0	54.2	0	0		0.000
2	S	38.4	-50.0	60.0	-293	5.0	54.2	0	0		0.000
3	S	36.1	50.0	0.0	-275	35.0	54.2	0	0		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	26.6	-50.0	60.0	-197	35.0	54.2	0	0		0.000

**5.5.4 PIEDRITTO – NODO CON SOLETTA INFERIORE**

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	Text	m
4	3.3	DEAD	LinStatic	-83.975	-3.753	26.2942	4-1	3.3
4	3.3	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	-45.425	2.25	14.7175	4-1	3.3
4	3.3	DEAD_BARRIERA	LinStatic	-138.069	6.84	44.7338	4-1	3.3
4	3.3	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	18.6298	4-1	3.3
4	3.3	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	10.7308	4-1	3.3
4	3.3	SPBSX	LinStatic	3.688	-14.058	9.28	4-1	3.3
4	3.3	SPBDX	LinStatic	-3.688	5.759	-9.2067	4-1	3.3
4	3.3	SPTSX	LinStatic	12.007	-63.687	32.2589	4-1	3.3
4	3.3	SPTDX	LinStatic	-12.007	20.281	-33.4223	4-1	3.3
4	3.3	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	34.1298	4-1	3.3
4	3.3	SPACCSX	LinStatic	9.863	-37.597	24.8196	4-1	3.3
4	3.3	SPACCDX	LinStatic	-10.205	15.824	-25.2326	4-1	3.3

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>100 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	100 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	100 di 130								

4	3.3	AVV	LinStatic	30.219	-16.402	23.475	4-1	3.3
4	3.3	TERMF	LinStatic	7.11E-15	-6.699	1.5643	4-1	3.3
4	3.3	TERMU	LinStatic	5.4E-13	11.964	-17.9817	4-1	3.3
4	3.3	RITIRO	LinStatic	-2.6E-13	-8.973	13.4863	4-1	3.3
4	3.3	VENTO	LinStatic	0	0	0	4-1	3.3
4	3.3	SPSSX	LinStatic	11.755	-44.815	29.5837	4-1	3.3
4	3.3	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	3.3459	4-1	3.3
4	3.3	SISMAH	LinStatic	16.563	-24.559	31.5892	4-1	3.3
4	3.3	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	-12.88	0.638	4.1731	4-1	3.3
4	3.3	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	0	4-1	3.3

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S4				
PIEDRITTO APPOGGIO INFERIORE SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	585.6	-165.4	327.9
SLU	A2+M2	462.7	-152.2	264.7
SLU	SLV	324.7	-213.4	267.9
SLE	SLD	349.3	-133.9	194.8
SLE	RARA	423.3	-110.8	221.7
SLE	Q.PERM.	358.1	-60.2	137.3
SLE	FESS. RARA	410.3	-101.1	205.2

### 5.5.4.1 VERIFICHE

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s4

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>101 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	101 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	101 di 130								

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50 daN/cm <sup>2</sup>
Comb.Rare Sf Limite :	3375.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

#### 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	2	8	18
2	3	4	8	18

#### 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	58559	32793	0	-16538	0
2	46275	26466	0	-15219	0
3	32474	26786	0	-21338	0

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>102 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	102 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	102 di 130								

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	34935	19479	0
2	42335	22165	0
3	41030	20517	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	35809	13728	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	58559	32793	0	58566	67340	0	2.053
2	S	46275	26466	0	46262	64527	0	2.438
3	S	32474	26786	0	32476	61362	0	2.291

**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	-0.00794	50.0	60.0	0.00092	45.0	54.2	-0.02060	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00851	50.0	60.0	0.00079	45.0	54.2	-0.02181	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.00918	50.0	60.0	0.00064	45.0	54.2	-0.02322	-45.0	5.8

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>103 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	103 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	103 di 130								

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	0.000444731	-0.023183875		
2	0.000000000	0.000467038	-0.024522287		
3	0.000000000	0.000492935	-0.026076129		

#### VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	10 $\Phi$ 18.0
Asl	2545 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0047		
$\rho_1$	0.005	Vrd	261.2 kN
vmin	0.411	Ved	213.4 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	261163 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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>] 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	31.2	-50.0	60.0	-237	35.0	5.8	0	0		0.000
2	S	35.9	-50.0	60.0	-264	35.0	5.8	0	0		0.000
3	S	33.5	-50.0	60.0	-240	35.0	5.8	0	0		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	23.6	-50.0	60.0	-142	35.0	5.8	0	0		0.000

### 5.5.5 PIEDRITTO – MEZZERIA

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	Text	m
4	1.8	DEAD	LinStatic	-61.482	-3.753	20.6645	4-1	1.8
4	1.8	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	-45.425	2.25	18.0931	4-1	1.8

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>104 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	104 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	104 di 130								

4	1.8	DEAD_BARRIERA	LinStatic	-138.069	6.84	54.9939	4-1	1.8
4	1.8	PERM	LinStatic	-57.5	2.849	22.9027	4-1	1.8
4	1.8	BALLAST	LinStatic	-33.12	1.641	13.192	4-1	1.8
4	1.8	SPBSX	LinStatic	3.688	-5.763	-5.5851	4-1	1.8
4	1.8	SPBDX	LinStatic	-3.688	5.759	-0.5684	4-1	1.8
4	1.8	SPTSX	LinStatic	12.007	-16.412	-25.6523	4-1	1.8
4	1.8	SPTDX	LinStatic	-12.007	20.281	-3.0004	4-1	1.8
4	1.8	ACC	LinStatic	-105.34	5.219	41.9577	4-1	1.8
4	1.8	SPACCSX	LinStatic	9.863	-15.412	-14.9373	4-1	1.8
4	1.8	SPACCDX	LinStatic	-10.205	15.824	-1.4968	4-1	1.8
4	1.8	AVV	LinStatic	30.219	-16.402	-1.1286	4-1	1.8
4	1.8	TERMF	LinStatic	7.11E-15	-6.699	-8.4841	4-1	1.8
4	1.8	TERMU	LinStatic	5.4E-13	11.964	-0.036	4-1	1.8
4	1.8	RITIRO	LinStatic	-2.6E-13	-8.973	0.027	4-1	1.8
4	1.8	VENTO	LinStatic	0	0	0	4-1	1.8
4	1.8	SPSSX	LinStatic	11.755	-18.37	-17.8055	4-1	1.8
4	1.8	SISMAV	LinStatic	-10.327	0.512	4.1133	4-1	1.8
4	1.8	SISMAH	LinStatic	16.563	-21.379	-2.8645	4-1	1.8
4	1.8	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	-12.88	0.638	5.1302	4-1	1.8
4	1.8	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	0	4-1	1.8

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S5				
PIEDRITTO MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	663.2	33.6	216.1
SLU	A2+M2	532.2	29.8	158.6
SLU	SLV	316.7	-65.9	57.4
SLE	SLD	341.4	-20.5	78.0
SLE	RARA	471.2	23.2	143.3
SLE	Q.PERM.	335.6	16.3	90.8
SLE	FESS. RARA	444.0	18.9	134.6

### 5.5.5.1 VERIFICHE

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s5

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>105 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	105 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	105 di 130								

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 <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd' :	90.67 daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson :	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
	Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
	Sc Limite :	182.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Apert.Fess.Limite :	0.200 mm
	Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
	Sc Limite :	132.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Apert.Fess.Limite :	Non prevista
ACCIAIO -	Tipo: B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50 daN/cm <sup>2</sup>
	Comb.Rare Sf Limite :	3375.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.80	18
2	45.00	5.80	18
3	-45.00	54.20	18
4	45.00	54.20	18

#### 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	2	8	18
2	3	4	8	18

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>106 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	106 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	106 di 130								

**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	66321	21608	0	3365	0
2	53223	15864	0	2985	0
3	31675	5739	0	-6592	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	34135	7800	0
2	47116	14327	0
3	44404	13465	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	33560	9078	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.1 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	66321	21608	0	66314	69104	0	3.198
2	S	53223	15864	0	53217	66120	0	4.168
3	S	31675	5739	0	31663	61175	0	10.660

**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.)

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVOTOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	107 di 130

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	-0.00759	50.0	60.0	0.00100	45.0	54.2	-0.01988	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00818	50.0	60.0	0.00087	45.0	54.2	-0.02111	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.00922	50.0	60.0	0.00063	45.0	54.2	-0.02330	-45.0	5.8

## 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	0.000431286	-0.022377160		
2	0.000000000	0.000454051	-0.023743074		
3	0.000000000	0.000494540	-0.026172385		

## VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	10 $\Phi$ 18.0
Asl	2545 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0047		
$\rho_1$	0.005	Vrd	261.2 kN
vmin	0.411	Ved	65.9 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	261163 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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ] 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	15.5	-50.0	60.0	-50	35.0	5.8	0	0		0.000
2	S	26.1	-50.0	60.0	-127	35.0	5.8	0	0		0.000
3	S	24.5	-50.0	60.0	-119	35.0	5.8	0	0		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.
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----	----------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>108 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	108 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	108 di 130								

1      S      17.1      -50.0      60.0      -72      35.0      5.8      0      0      0.000

## 5.5.6 SOLETTA INFERIORE – NODO CON PIEDRITTO

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	Text	m
5	0.3	DEAD	LinStatic	-3.753	56.541	11.1327	5-1	0.3
5	0.3	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	2.25	31.926	4.4647	5-1	0.3
5	0.3	DEAD_BARRIERA	LinStatic	6.84	97.038	13.5704	5-1	0.3
5	0.3	PERM	LinStatic	2.849	40.412	5.6515	5-1	0.3
5	0.3	BALLAST	LinStatic	1.641	23.277	3.2553	5-1	0.3
5	0.3	SPBSX	LinStatic	-17.377	1.561	13.2777	5-1	0.3
5	0.3	SPBDX	LinStatic	5.759	-1.548	-10.4701	5-1	0.3
5	0.3	SPTSX	LinStatic	-87.438	6.658	51.0796	5-1	0.3
5	0.3	SPTDX	LinStatic	20.281	-6.591	-37.5294	5-1	0.3
5	0.3	ACC	LinStatic	5.219	74.035	10.3536	5-1	0.3
5	0.3	SPACCSX	LinStatic	-46.474	4.176	35.5114	5-1	0.3
5	0.3	SPACCDX	LinStatic	15.824	-4.18	-28.7258	5-1	0.3
5	0.3	AVV	LinStatic	-16.402	-5.661	30.0939	5-1	0.3
5	0.3	TERMF	LinStatic	-6.699	0.018	3.5687	5-1	0.3
5	0.3	TERMU	LinStatic	11.964	-0.107	-21.5387	5-1	0.3
5	0.3	RITIRO	LinStatic	-8.973	0.08	16.154	5-1	0.3
5	0.3	VENTO	LinStatic	0	0	0	5-1	0.3
5	0.3	SPSSX	LinStatic	-55.394	4.978	42.3282	5-1	0.3
5	0.3	SISMAV	LinStatic	0.512	7.258	1.015	5-1	0.3
5	0.3	SISMAH	LinStatic	-25.195	2.824	38.2053	5-1	0.3
5	0.3	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	0.638	9.052	1.2659	5-1	0.3
5	0.3	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	0	5-1	0.3

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S6				
SOLETTA INFERIORE APPOGGIO SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	453.8	240.5
SLU	A2+M2	0.0	360.4	202.4
SLU	SLV	0.0	291.3	249.6
SLE	SLD	0.0	276.7	156.1
SLE	RARA	0.0	322.0	161.6
SLE	Q.PERM.	0.0	249.4	83.1
SLE	FESS. RARA	0.0	307.5	146.4

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>109 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	109 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	109 di 130								

## 5.5.6.1 VERIFICHE

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s6

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>  
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<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 182.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 132.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

### 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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.90	20

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>110 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	110 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	110 di 130								

2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

#### 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	2	8	20
2	3	4	8	20

#### 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	0	24050	0	45379	0
2	0	20236	0	36043	0
3	0	24963	0	29131	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	0	15607	0
2	0	16161	0
3	0	14642	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	0	8314	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 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.)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>111 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	111 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	111 di 130								

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	0	24050	0	0	65348	0	2.717
2	S	0	20236	0	0	65348	0	3.229
3	S	0	24963	0	0	65348	0	2.618

**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	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
2	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9
3	0.00350	-0.00972	-50.0	60.0	0.00047	-45.0	54.1	-0.02431	-45.0	5.9

**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	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
2	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700
3	0.000000000	0.000514060	-0.027343581	0.126	0.700

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h 600 mm Rck 40  
d 541 mm fck 33.2  
bw 1000 mm yc 1.5  
 $1+(200/d)^{0,5}$  1.608  
k 1.608 As 10  $\Phi$  20.0  
Asl 3142 mm<sup>2</sup>  
Asl/(bw·d) 0.0058  
 $\rho_1$  0.006 Vrd 279.9 kN  
vmin 0.411 Ved 453.8 KN  
vmin·bw·d 222470 N  
Vrd 279919 N NON VERIFICATO

**ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe: 10 mm  
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 10.5]

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>112 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	112 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	112 di 130								

N.Bracci staffe: 4  
Area staffe/m : 15.7 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 15.0]

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vsdu Taglio agente [daN] = proiezz. 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<sup>2</sup>/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	45379	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	9.2
2	S	36043	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	7.3
3	S	29131	157570	77446	56.0	100.0	21.80°	1.000	5.9

**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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>]  
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<sup>2</sup>] 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	19.9	-50.0	60.0	-240	35.0	5.9	0	0		0.000
2	S	20.7	-50.0	60.0	-249	35.0	5.9	0	0		0.000
3	S	18.7	-50.0	60.0	-225	35.0	5.9	0	0		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	10.6	-50.0	60.0	-128	35.0	5.9	0	0		0.000

**5.5.7 SOLETTA INFERIORE – MEZZERIA**

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	Text	m
10	0	DEAD	LinStatic	-3.753	-7.845	-34.1357	10-1	0
10	0	DEAD_RINGROSSO	LinStatic	2.25	-2.887	-23.2694	10-1	0
10	0	DEAD_BARRIERA	LinStatic	6.84	-8.776	-70.7273	10-1	0
10	0	PERM	LinStatic	2.849	-3.655	-29.455	10-1	0
10	0	BALLAST	LinStatic	1.641	-2.105	-16.9661	10-1	0
10	0	SPBSX	LinStatic	-17.377	7.659	1.3102	10-1	0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>113 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	113 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	113 di 130								

10	0	SPBDX	LinStatic	5.759	-7.662	1.4757	10-1	0
10	0	SPTSX	LinStatic	-87.438	28.314	6.3378	10-1	0
10	0	SPTDX	LinStatic	20.281	-28.329	7.108	10-1	0
10	0	ACC	LinStatic	5.219	-6.696	-53.9616	10-1	0
10	0	SPACCSX	LinStatic	-46.474	20.483	3.5042	10-1	0
10	0	SPACCDX	LinStatic	15.824	-20.98	3.9527	10-1	0
10	0	AVV	LinStatic	-16.402	23.007	-0.1173	10-1	0
10	0	TERMF	LinStatic	-6.699	-0.00407	3.5411	10-1	0
10	0	TERMU	LinStatic	11.964	0.025	-21.3727	10-1	0
10	0	RITIRO	LinStatic	-8.973	-0.018	16.0295	10-1	0
10	0	VENTO	LinStatic	0	0	0	10-1	0
10	0	SPSSX	LinStatic	-55.394	24.415	4.1771	10-1	0
10	0	SISMAV	LinStatic	0.512	-0.656	-5.2901	10-1	0
10	0	SISMAH	LinStatic	-25.195	25.417	-0.1801	10-1	0
10	0	SISMAV_BARRIERA	LinStatic	0.638	-0.819	-6.5979	10-1	0
10	0	SISMAH_BARRIERA	LinStatic	0	0	0	10-1	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S7				
SOLETTA INFERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	0.0	-78.0	-326.9
SLU	A2+M2	0.0	-64.1	-255.4
SLU	SLV	0.0	-139.4	-181.8
SLE	SLD	0.0	-81.5	-173.0
SLE	RARA	0.0	-9.0	-227.3
SLE	Q.PERM.	0.0	-25.3	-170.8
SLE	FESS. RARA	0.0	-12.2	-216.5

### 5.5.7.1 VERIFICHE

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: s7

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: Poco 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<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 90.67 daN/cm<sup>2</sup>

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	114 di 130

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 <sup>2</sup>
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	182.60 daN/cm <sup>2</sup>
Apert.Fess.Limite :	0.200 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	132.80 daN/cm <sup>2</sup>
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

ACCIAIO	-	Tipo: B450C	
		Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. ultima di calcolo ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
		Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
		Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
		Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
		Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00 daN/cm <sup>2</sup>
		Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50 daN/cm <sup>2</sup>
		Comb.Rare Sf Limite :	3375.0 daN/cm <sup>2</sup>

**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	60.00
3	50.00	60.00
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	-45.00	5.90	20
2	45.00	5.90	20
3	-45.00	54.10	20
4	45.00	54.10	20

**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	2	8	20
2	3	4	8	20

**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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>115 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	115 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	115 di 130								

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	0	-32688	0	-7804	0
2	0	-25537	0	-6412	0
3	0	-18175	0	-13942	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	0	-17304	0
2	0	-22735	0
3	0	-21653	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	0	-17078	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 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	0	-32688	0	0	-65348	0	1.999
2	S	0	-25537	0	0	-65348	0	2.559
3	S	0	-18175	0	0	-65348	0	3.595

**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.)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>116 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	116 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	116 di 130								

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	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
2	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1
3	0.00350	-0.00972	-50.0	0.0	0.00047	-45.0	5.9	-0.02431	45.0	54.1

**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	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
2	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700
3	0.000000000	-0.000514060	0.003500000	0.126	0.700

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA A TAGLIO**

h	600 mm	Rck	40
d	541 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.608		
k	1.608	As	10 $\Phi$ 20.0
Asl	3142 mm <sup>2</sup>		
Asl/(bw·d)	0.0058		
$\rho_1$	0.006	Vrd	279.9 kN
vmin	0.411	Ved	139.4 KN
vmin-bw-d	222470 N		
Vrd	279919 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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ] 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	22.1	-50.0	60.0	-266	35.0	54.1	0	0		0.000
2	S	29.1	-50.0	60.0	-350	-35.0	54.1	0	0		0.000
3	S	27.7	-50.0	60.0	-333	35.0	54.1	0	0		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	21.8	-50.0	60.0	-263	35.0	54.1	0	0		0.000



**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	118 di 130

SPSSX	-16.73	-8.67	-6.48	-2.87	-1.43	0.01	1.44	2.88	6.49	8.67	16.69
SISMAV	3.07	1.99	1.98	1.32	1.31	1.31	1.31	1.32	1.98	1.99	3.07
SISMAH	-19.39	-10.06	-7.53	-3.34	-1.67	0.00	1.67	3.34	7.53	10.06	19.39
SISMAV_BARRIERA	3.83	2.48	2.47	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.47	2.48	3.83
SISMAH_BARRIERA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2	
$\alpha$	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (M2)	$\psi_0$	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	1	1	36.43	23.66	23.61	15.71	15.70	15.69	15.70	15.71	23.61	23.66	36.43	
1	1	1	1	13.50	8.75	8.72	5.79	5.78	5.78	5.78	5.79	8.72	8.75	13.50	
1	1	1	1	41.03	26.60	26.49	17.60	17.57	17.55	17.57	17.60	26.49	26.60	41.03	
1	1.3	1	1	22.21	14.40	14.34	9.53	9.51	9.50	9.51	9.53	14.34	14.40	22.21	
1	1.3	1	1	12.80	8.30	8.26	5.49	5.48	5.47	5.48	5.49	8.26	8.30	12.80	
1	1	1.22	1	-6.42	-3.33	-2.48	-1.10	-0.55	0.00	0.55	1.11	2.49	3.32	6.40	
1	1	1.22	1	6.40	3.32	2.49	1.11	0.55	0.00	-0.55	-1.10	-2.48	-3.33	-6.42	
1	1	1.22	1	-22.83	-11.83	-8.83	-3.91	-1.94	0.02	1.97	3.93	8.84	11.81	22.75	
1	1	1.22	1	22.74	11.81	8.84	3.93	1.97	0.02	-1.94	-3.90	-8.83	-11.83	-22.83	
1	1.25	1	1	39.13	25.37	25.27	16.79	16.75	16.74	16.75	16.79	25.27	25.37	39.13	
0	1.25	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1.25	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-1	1.25	1	1	30.70	15.95	11.94	5.30	2.65	0.00	-2.65	-5.30	-11.94	-15.95	-30.70	
-1	1.3	1	0.6	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	
1	1.3	1	0.6	0.08	0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	0.01	0.08	
0	1	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	1.3	1	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	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	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	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	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	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	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	
				<b>195.80</b>	<b>123.03</b>	<b>118.63</b>	<b>76.22</b>	<b>73.43</b>	<b>70.74</b>	<b>68.14</b>	<b>65.62</b>	<b>94.75</b>	<b>91.13</b>	<b>134.40</b>	<b>1111.89</b>

**Tabella 8 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione A2 + M2.**

				1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2	
$\alpha$	$\gamma$ (A2)	$\gamma$ (M2)	SLV/SL D	F3											
				kN											
1	1	1	1	36.43	23.66	23.61	15.71	15.70	15.69	15.70	15.71	23.61	23.66	36.43	
1	1	1	1	13.50	8.75	8.72	5.79	5.78	5.78	5.78	5.79	8.72	8.75	13.50	

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>119 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	119 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	119 di 130								

1	1	1	1	41.03	26.60	26.49	17.60	17.57	17.55	17.57	17.60	26.49	26.60	41.03	
1	1	1	1	17.09	11.08	11.03	7.33	7.32	7.31	7.32	7.33	11.03	11.08	17.09	
1	1	1	1	9.84	6.38	6.36	4.22	4.21	4.21	4.21	4.22	6.36	6.38	9.84	
1	1	1.22	1	-6.42	-3.33	-2.48	-1.10	-0.55	0.00	0.55	1.11	2.49	3.32	6.40	
1	1	1.22	1	6.40	3.32	2.49	1.11	0.55	0.00	-0.55	-1.10	-2.48	-3.33	-6.42	
1	1	1.22	1	-22.83	-11.83	-8.83	-3.91	-1.94	0.02	1.97	3.93	8.84	11.81	22.75	
1	1	1.22	1	22.74	11.81	8.84	3.93	1.97	0.02	-1.94	-3.90	-8.83	-11.83	-22.83	
1	0.2	1	1	6.26	4.06	4.04	2.69	2.68	2.68	2.68	2.69	4.04	4.06	6.26	
0	0.2	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0.2	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-1	0.2	1	1	4.91	2.55	1.91	0.85	0.42	0.00	-0.42	-0.85	-1.91	-2.55	-4.91	
1	0	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	0	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	0	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	0	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	1	1	2.15	36.01	18.67	13.94	6.17	3.07	-0.02	-3.11	-6.20	-13.96	-18.65	-35.92	
0.3	1	1	2.15	1.98	1.28	1.28	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.28	1.28	1.98	
-1	1	1	2.15	41.72	21.65	16.20	7.18	3.59	0.00	-3.59	-7.18	-16.20	-21.65	-41.72	
0.3	1	1	2.15	2.47	1.60	1.60	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.60	1.60	2.47	
-1	1	1	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				<b>211.15</b>	<b>126.27</b>	<b>115.19</b>	<b>69.49</b>	<b>62.28</b>	<b>55.15</b>	<b>48.08</b>	<b>41.06</b>	<b>51.08</b>	<b>40.54</b>	<b>45.95</b>	<b>866.26</b>

**Tabella 9 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione SISMA SLV.**

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	120 di 130

**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 ( $e_l = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_l = 0$ ;  $L^* = L$ )

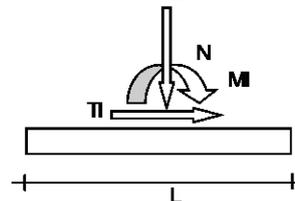
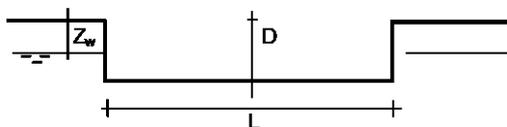
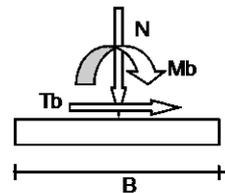
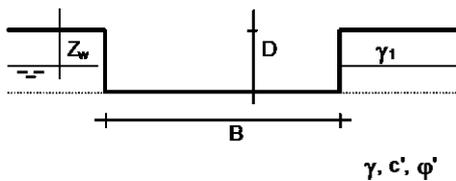
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_b$ )

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

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

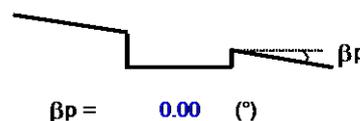
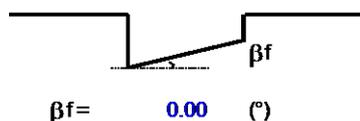
**coefficienti parziali**

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



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

B = 5.20 (m)  
L = 100.00 (m)  
D = 4.20 (m)



**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	121 di 130

**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1111.89		1111.89
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*

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 16.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 16.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 25.50 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

*Valori di progetto*

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 20.89 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

*Profondità della falda*

$$Z_w = 30.00 \quad (\text{m})$$

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

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

$$B^* = 5.20 \quad (\text{m})$$

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

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 67.20 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 16.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

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

$$N_q = 6.99$$

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

$$N_c = 15.70$$

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

$$N_\gamma = 6.10$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

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

$$s_c = 1.00$$

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

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 1.00$$

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	122 di 130

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : 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 nastriforme e  
m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

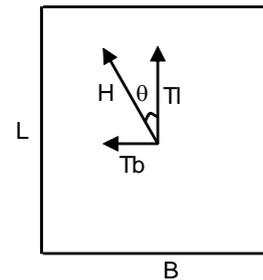
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

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

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

$$d_q = 1.42$$

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

$$d_c = 1.49$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

**$b_c, b_q, b_\gamma$  : fattori di inclinazione base della fondazione**

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare**  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	123 di 130

**$g_c, g_q, g_r$  : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 4^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_r = g_q$$

$$g_r = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 717.02 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

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

$$q = 213.83 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 398.34 \geq q = 213.83 \quad (\text{kN/m}^2)$$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>124 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	124 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	124 di 130								

## 6 MURI AD U

### 6.1 ANALISI DEI CARICHI

#### 6.1.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a  $\gamma_{cis} = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>.

#### 6.1.2 SOVRACCARICO PERMANENTE, SPINTA DEL BALLAST

Nel caso di muri ad U e nel modello di calcolo implementato, non essendovi solettone superiore, tali carichi sono ovunque nulli.

#### 6.1.3 SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO FERROVIARIO

Si adottano gli stessi valori impiegati per lo scatolare

#### 6.1.4 SPINTA ORIZZONTALE FALDA, SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE, CARICHI VARIABILI

Assenti.

#### 6.1.5 AZIONI SISMICHE

Valgono gli stessi valori impiegati per lo scatolare precedentemente descritto.

## 6.2 MODELLO DI CALCOLO

Si schematizza il muro ad U come una mensola incastrata alla base impiegando le formulazioni della scienza delle costruzioni.

Il carico dovuto alla sovrappressione sismica è considerato uniformemente distribuito sull'altezza della sezione, mentre quello dovuto alla spinta orizzontale data dal peso proprio del terreno è considerato distribuito triangolarmente lungo l'altezza.

Si assume nei calcoli una altezza di 3.05 m

## 6.3 VERIFICHE

Si riportano di seguito le verifiche nelle condizioni più gravose SLV in quanto risultano essere le più gravose per la struttura in esame.

### 6.3.1 PIEDRITTO - INCASTRO ALLA BASE

Quindi le azioni alla base sono:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>125 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	125 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	125 di 130								

$S \text{ (kN/m)} = 1/2 \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot k_0 = 0.5 \cdot 20 \cdot 3.05^2 \cdot 0.384 = 35.8 \text{ kN/m}$       spinta del terreno del rilevato ferroviario

$\Delta S_E \text{ (kN/m)} = S \cdot a_g(g) \cdot \gamma_t \cdot H^2 = 56.5 \text{ kN/m}$       incremento sismico di spinta

$M_{MAX} = S \cdot H/3 + \Delta S_E \cdot H/2 = 122.4 \text{ kNm/m}$

$V_{MAX} = S + \Delta S_E = 92.2 \text{ kN/m}$

$N = \gamma_{cls} \cdot s_p \cdot H = 25 \cdot 0.6 \cdot 3.05 = 45.8 \text{ kN/m}$

Si impiegano ferri  $\phi 18/20$  su entrambi i lati della sezione

Sezione di calcolo      1.00x0.60

Armatura superiore      5 $\phi 18$

Armatura inferiore      5 $\phi 18$

Armatura di ripartizione      5 $\phi 14$

La sezione risulta verificata a flessione

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** piedritto\_muro\_U

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
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicit�:	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 <sup>2</sup>
Resis. compr. ridotta fcd' :	90.67 daN/cm <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm :	30.24 daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk :	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito

**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	60.00
3	50.00	60.00
4	50.00	0.00

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 EZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>126 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	126 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	IN0400 001	B	126 di 130								

#### 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	-40.00	6.30	18
2	40.00	6.30	18
3	-40.00	53.70	18
4	40.00	53.70	18

#### 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	2	3	18
2	3	4	3	18

#### 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	4575	12244	0	10	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.2 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	4575	12244	0	4600	29500	0	2.409

#### 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.)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>127 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	127 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	127 di 130								

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	-0.01376	-50.0	60.0	-0.00073	-40.0	53.7	-0.03254	-40.0	6.3

**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	0.000671117	-0.036766993		

La sezione è verificata a taglio senza ulteriori armature a taglio.

**VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA TRASVERSALE A TAGLIO**

h [mm]	600	$R_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	40
d [mm]	537	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	33.2
$b_w$ [mm]	1000	$\gamma_c$	1.5
$1 + (200/d)^{1/2}$	1.610		
k	1.610		
$A_{s1}$ [mm <sup>2</sup> ]	1272	$A_s$	5 $\phi$ 18
$A_{s1}/(b_w \cdot d)$	0.0024		
$\rho_1$	0.002		
$V_{min}$	0.412		
$V_{min} \cdot b_w \cdot d$ [kN]	221.29		
$V_{Rd}$ [kN]	221.29	VERIFICATO	
$V_{Ed}$ [kN]	92.2		

Ghella



ITINERA

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**

**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO**

**I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO**

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare  
4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	128 di 130

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>129 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	129 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	129 di 130								

## 7 INCIDENZA

Le incidenze di calcolo sono riportate nel seguito.

- sezione “SC1” – scatolare:

### INCIDENZA

#### piedritto

n.° barre	f (mm)	
10	18	armatura tesa
10	18	armatura compressa
10	14	armatura di ripartizione
$W_a$ (kg)	52.0	peso acciaio
$V_{cls}$ (m <sup>3</sup> )	0.6	volume di calcestruzzo
<b>Inc. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>104.1</b>	<b>incidenza</b>

#### soletta inferiore

n.° barre	f (mm)	
10	20	armatura tesa
10	20	armatura compressa
10	14	armatura di ripartizione
$W_a$ (kg)	61.4	peso acciaio
$V_{cls}$ (m <sup>3</sup> )	0.6	volume di calcestruzzo
<b>Inc. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>122.8</b>	<b>incidenza</b>

#### soletta superiore

n.° barre	f (mm)	
10	20	armatura tesa
10	20	armatura compressa
10	14	armatura di ripartizione
$W_a$ (kg)	61.4	peso acciaio
$V_{cls}$ (m <sup>3</sup> )	0.6	volume di calcestruzzo
<b>Inc. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>122.8</b>	<b>incidenza</b>

piedritti 105 kg/m<sup>3</sup>;

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare</b> <b>4,0x3,0m al km 9+115,311: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>130 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	130 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0400 001	B	130 di 130								

soletta superiore e soletta inferiore 125 kg/m<sup>3</sup>.