

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE -ACQUEDOTTO PUGLIESE
Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico Ø600

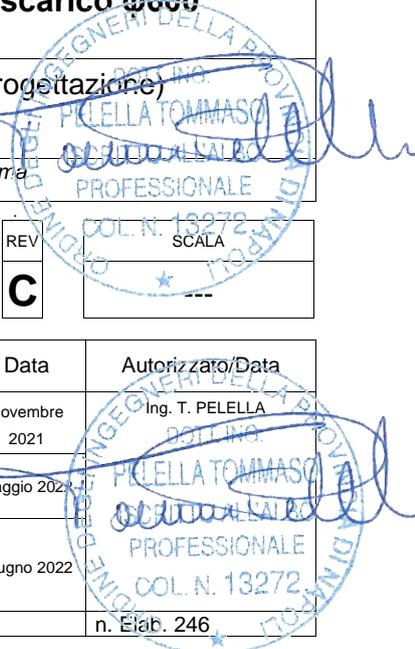
L'Appaltatore	CONPAT S.c.a.r.l. Il Direttore Tecnico	I progettisti (il Direttore della progettazione)
data	firmat. mag. Gianguido Babini)	data firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	ZZ	C L	S I 0 2 0 0	0 0 4	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	PRIMA EMISSIONE	F.Pagliuso	Novembre 2021	F.Trovati	Novembre 2021	V.Secreti	Novembre 2021	Ing. T. PELELLA
B	REVISIONE RDV	F.Pagliuso	Maggio 2022	M.Fabio	Maggio 2022	V.Secreti	Maggio 2022	Ing. T. PELELLA
C	REVISIONE RDV	F.Pagliuso	Giugno 2022	M.Fabio	Giugno 2022	V.Secreti	Giugno 2022	Ing. T. PELELLA

File: LI0701EZZCLSI020004C

n. Elab. 246



	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>2 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	2 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	2 DI 51							

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	MATERIALI IMPIEGATI.....	4
4	BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO	6
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	9
7	METODOLOGIA DI CALCOLO POZZETTI	10
8	CRITERI DI VERIFICA	11
8.1	Verifica agli SLU	11
8.1.1	Flessione semplice.....	11
8.1.2	Taglio (elementi soggetti a taglio senza armature trasversali).....	12
8.2	Verifica agli SLE.....	13
8.2.1	Verifica delle tensioni in esercizio.....	13
8.2.2	Stato limite di fessurazione.....	14
8.3	Combinazioni di carico.....	16
9	DIMENSIONAMENTO POZZETTI TIPO 1-4	17
9.1	Dati geometrici	17
9.2	Schema statico e di calcolo	17
9.3	Calcolo delle sollecitazioni massime.....	18
9.4	Verifiche allo SLU	19
9.4.1	Flessione semplice.....	19
9.4.2	Taglio	20
9.5	Verifiche allo SLE.....	20
9.5.1	Verifica delle tensioni in esercizio.....	20
9.5.2	Verifica a fessurazione	21
9.6	Verifiche strutturali della soletta di fondazione.....	22
9.7	Verifiche geotecniche (carico limite verticale)	24
10	DIMENSIONAMENTO POZZETTO TIPO 5	27
10.1	Dati geometrici.....	27

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>3 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	3 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	3 DI 51							

10.2	Modello di calcolo	27
10.3	Analisi dei carichi	28
10.4	Combinazioni di carico.....	28
10.5	Calcolo delle sollecitazioni massime	29
10.6	Verifiche allo SLU	32
10.6.1	Flessione semplice.....	32
10.6.2	Taglio	32
10.7	Verifiche allo SLE	33
10.7.1	Soletta di fondazione.....	33
10.7.2	Soletta di copertura	35
10.7.3	Piedritti	35
10.8	Verifiche strutturali della soletta di fondazione.....	37
10.9	Verifiche geotecniche (carico limite verticale).....	37
11	VERIFICA DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO.....	40
11.1	Contesto normativo.....	40
11.2	Sezioni di verifica.....	41
11.2.1	Pozzetti	41
11.2.2	Collettore ϕ 600mm.....	41
11.3	Analisi dei carichi	41
11.4	Modello di calcolo	42
11.5	Fasi di calcolo.....	43
11.6	Risultati di calcolo	44
12	INCIDENZA DELLE ARMATURE	46
13	GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	50
14	ALLEGATI.....	51

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>4 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	4 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	4 DI 51							

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatto nell’ambito della “Progettazione Esecutiva del Raddoppio della Linea Ferroviaria Pescara-Bari nel tratto Termoli-Lesina”, in relazione agli interventi di potenziamento delle infrastrutture nazionali previste dalla legge n. 443/2001.

Oggetto del presente documento è il dimensionamento dei pozzetti n. 1 – 5 posti lungo il percorso del nuovo collettore $\phi 600$ per lo scarico delle eventuali acque derivanti dalla rottura dell’acquedotto Pugliese, così come previsto dal DM 4/04/2014 “*Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*”.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi per la redazione della presente relazione di calcolo sono i seguenti:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 147/01/2008 (NTC-2008);
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea;
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010;
- [N.5]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017;
- [N.6]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B - Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili del 22/12/2017.
- [N.7]. Decreto Ministeriale del 4 Aprile 2014 “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

3 MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione dei pozzetti è stato scelto un calcestruzzo C 30/37 aventi le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica):	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione:	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>5 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	5 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	5 DI 51							

Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 [(f_{ck}+8)/10]^{0.3} = 33019.43 \text{ N/mm}^2$
Classe minima di consistenza	S3 – S4
Classe di esposizione ambientale	XC3
Diametro massimo inerti	25 mm
Copriferro	4 cm

Il magrone di fondazione avrà le seguenti caratteristiche:

$R_{cm} \geq 15 \text{ MPa}$

Classe di esposizione ambientale X0

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento saldabile, pertanto nei calcoli statici saranno assunti i seguenti parametri:

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$	tensione caratteristica di rottura
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$	tensione di calcolo
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 1.863 \text{ ‰}$	deformazione di snervamento ultima
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 7.5 \text{ ‰}$	deformazione uniforme caratteristica
$\epsilon_{ud} = 0.9 \times \epsilon_{uk} = 6.75 \text{ ‰}$	deformazione uniforme ultima
$\gamma_s = 78.5 \text{ kN/mc}$	peso per unità di volume

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>6 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	6 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	6 DI 51							

4 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico in cui sono individuati i pozzetti oggetto di dimensionamento:

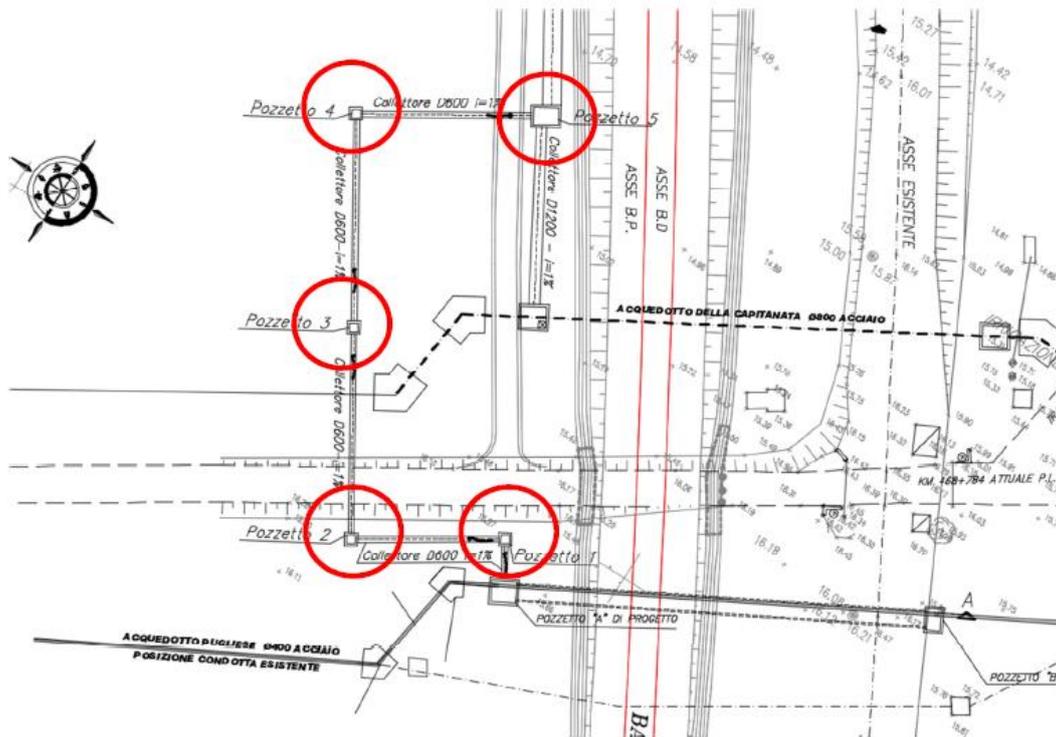
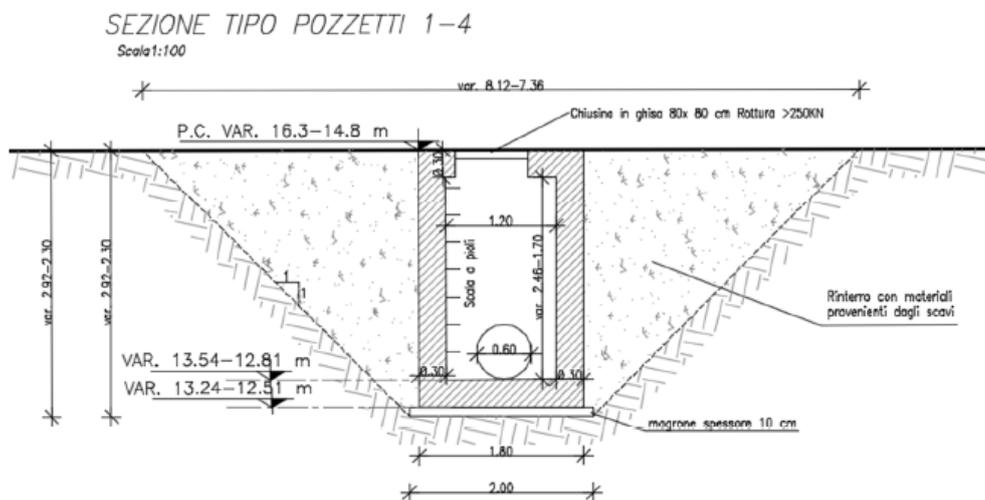


Figura 4-1 – Stralcio planimetrico con indicazione dei pozzetti.



	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>7 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	7 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	7 DI 51							

PIANTA POZZETTI 1-2-3-4
Scala 1:100

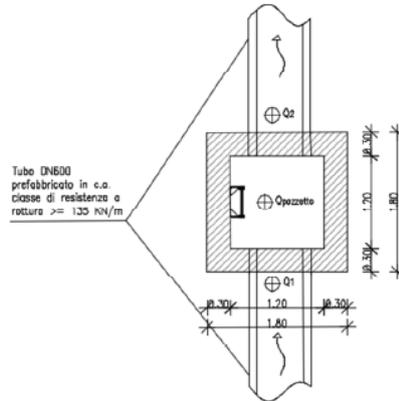
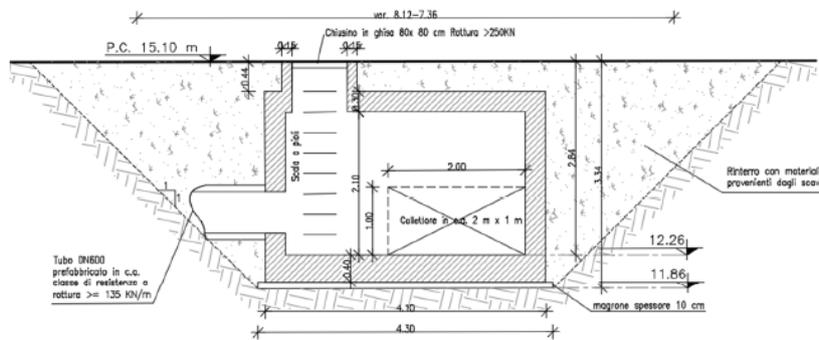


Figura 4-2 – Carpenteria pozzetti tipo 1-4

SEZIONE TIPO POZZETTO 5
Scala 1:100



PIANTA POZZETTO 5
Scala 1:100

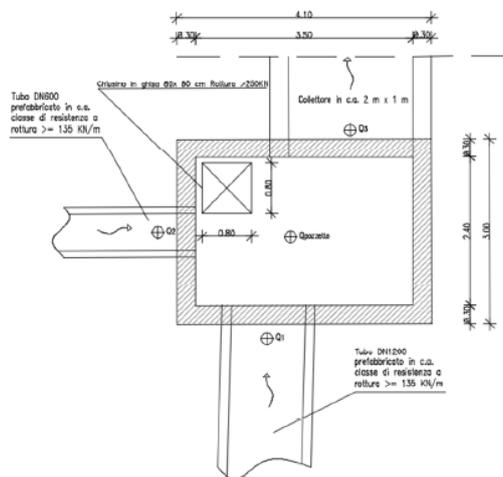


Figura 4-3 – Carpenteria pozzetto tipo 5

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>8 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	8 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	8 DI 51							

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini del dimensionamento delle opere in progetto e delle verifiche di stabilità dei fronti di scavo, in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica redatta nell'ambito della Progettazione Esecutiva, si fa riferimento ai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

Unità	Descrizione	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ' (°)
6AL	Argille limose e limi argillosi	20	5÷20	100÷350	23÷26

Tabella 5-1– Riepilogo parametri geotecnici di progetto.

Simbologia adottata:

- γ : peso dell'unità di volume;
- c' : coesione efficace;
- C_u : coesione non drenata;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>9 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	9 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	9 DI 51							

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le coordinate dell'opera sono le seguenti:

Longitudine: 41.531139

Latitudine: 15.172172

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono:

- Vita nominale: VN = 75 anni
- Classe d'uso III (Cu=1.5)
- Periodo di riferimento: VR = 75 x 1.5 = 113 anni

- Categoria stratigrafica: C

- Categoria topografica del sito: T1

L'analisi in condizioni sismiche è eseguita con il metodo pseudo-statico.

In particolare, l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente, in accordo con quanto indicato nel capitolo 7 delle NTC 08. Tale accelerazione è proporzionale alla massa mediante due coefficienti, orizzontale e verticali, di seguito definiti:

$$k_h = S_s \cdot S_t \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2}$$

I risultati ottenuti, sia allo SLU (SLV) e sia allo SLE (SLD), sono riportati nella seguente figura.

N.T.C. 2008		SLU	SLE
Accelerazione al suolo a_g [m/s ²]		2,239	0,947
Accelerazione al suolo a_g [% di g]		0,228	0,097
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0		2,505	2,548
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,400	0,339
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S _s	Tipo C	1,357	1,500
Coefficiente di riduzione (β _m)	C	1,000	1,000
Coef. amplificazione topografica S _T	T1	1,000	
$K_h = a_g/g \cdot S_s \cdot S_t \cdot \beta_m$			
Coeff. di intensità sismica orizzontale Kh [%]		30,967	14,478
Intensità sismica Verticale/Orizzontale		0,50	

Figura 6-1 – Definizione dell'azione sismica

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>10 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	10 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	10 DI 51							

7 METODOLOGIA DI CALCOLO POZZETTI

Il dimensionamento dei pozzetti consiste nel verificare che lo spessore strutturale delle pareti degli stessi sia adeguato alle sollecitazioni a cui soggette.

Per i pozzetti tipo 1-4 tale verifica viene condotta con il riferimento alla parete più lunga, considerata come una trave incastrata negli spigoli e soggetta alla pressione del terreno e alla sovra spinta sismica. Inoltre, sono state determinate le sollecitazioni massime in fondazione attraverso il software FEM MIDAS GTS NX.

Per il pozzetto tipo 5 le sollecitazioni massime agenti sullo stesso sono ottenute mediante il software SCAT 14, sviluppato dalla Aztec Informatica srl.

Infine, per le suddette tipologie verranno condotte le verifiche geotecniche a carico limite verticale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>11 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	11 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	11 DI 51							

8 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche sono state eseguite adottando il metodo di calcolo semiprobabilistico agli Stati Limite, utilizzando come normativa di riferimento il testo unico sulle norme tecniche per le costruzioni.

8.1 Verifica agli SLU

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove R_d è il valore di progetto della resistenza.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali relative alle azioni e ai materiali.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_c (o γ_e)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{G3}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	s_{sk}	γ_m	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 8-1– Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (A) e dei materiali (M)

Per la verifica nei confronti del raggiungimento strutturale è stata impiegata principalmente la combinazione A1+M1+R1 e la combinazione sismica nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

8.1.1 Flessione semplice

Per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali si adottano le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>12 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	12 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	12 DI 51							

- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Si assumeranno come diagrammi tensione-deformazione i diagrammi parabola-rettangolo e elastico perfettamente plastico per calcestruzzo e acciaio, rispettivamente.

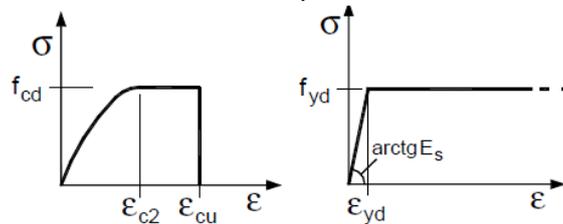


Figura 8-1 – Diagrammi $\sigma - \epsilon$ [NTC 2008]

Per la classe di calcestruzzo adoperata i valori di deformazione ϵ_{c2} ed ϵ_{cu} valgono rispettivamente 0.2% e 0.35%. La deformazione ultima ϵ_{yd} dell'acciaio è pari all'1%.

Con riferimento alla sezione pressoinflessa in figura, la verifica di resistenza si conduce controllando che:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

Dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

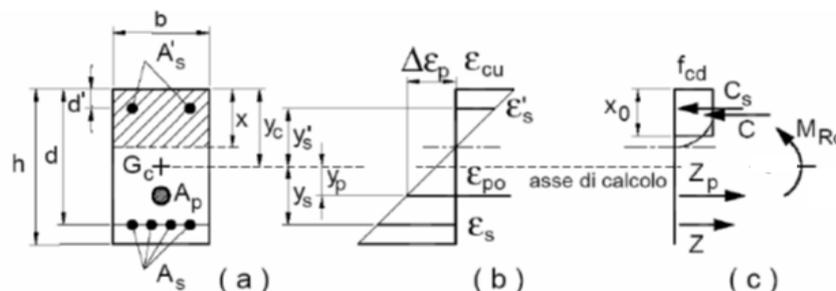


Figura 8-2 – Sezione inflessa [NTC 2008]

8.1.2 Taglio (elementi soggetti a taglio senza armature trasversali)

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>13 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	13 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	13 DI 51							

Per quanto riguarda gli elementi che prevedono una armatura a flessione la resistenza verrà valutata con la seguente formulazione:

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

nella quale:

$$\gamma_c = 1.5$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} < 0.02 \quad \text{rapporto geometrico di armatura longitudinale}$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 f_{cd} \quad \text{tensione media di compressione della sezione}$$

Essendo d l'altezza utile e b_w la larghezza minima della sezione.

La verifica di resistenza è soddisfatta se vale la seguente disuguaglianza:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

8.2 Verifica agli SLE

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.

Per le verifiche in condizioni sismiche si fa riferimento allo Stato Limite di Danno (SLD).

8.2.1 Verifica delle tensioni in esercizio

Si considereranno i limiti in accordo con il par. 2.6.2.2.2 del MDP: Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture (Allegato 8.1.3) sulle tensioni di compressione nel calcestruzzo per combinazione di carico quasi permanente:

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>14 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	14 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	14 DI 51							

$$\sigma_c < 0.40f_{ck} \text{ (calcestruzzo armato)}$$

Per l'acciaio invece vale la limitazione sotto riportata. Tale limite è dedotto dal par. 2.6.2.2.2 del MDP: Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture (Allegato 8.1.3) per la combinazione di carico rara:

$$\sigma_s < 0.75f_{yk} \text{ (acciaio di armatura)}$$

8.2.2 Stato limite di fessurazione

In ordine di severità crescente si distinguono i seguenti stati limite:

a) stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0

b) stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t \leq \frac{f_{ctk}}{\gamma_m}$$

c) stato limite di apertura delle fessure nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della valutazione della durabilità delle strutture in calcestruzzo, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive.

La tabella 4.1.III delle NTC raccoglie le classi di esposizione per ogni condizione ambientale:

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

Tabella 8-2 – Descrizione delle condizioni ambientali

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL SI0200004</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">15 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	15 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	15 DI 51							

Nel caso in esame si considera l'opera sottoposta a condizioni XC3.

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
			C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 8-3: Copriferrì minimi

Si mantiene pertanto un copriferro di 5 cm impiegando un calcestruzzo di classe C 30/37.

Sensibilità delle armature alla corrosione

Le armature si distinguono in due gruppi: armature sensibili e armature poco sensibili. Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso (con stato tensionale imposto). Appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari.

Le armature del manufatto oggetto di analisi appartengono al gruppo delle armature poco sensibili.

Scelta degli stati limite di fessurazione

Nella tabella sottostante sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

Tabella 8-4: Stato limite di fessurazione

Le armature appartengono al gruppo delle armature poco sensibili e si trovano in condizioni ambientali ordinarie.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>16 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	16 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	16 DI 51							

Per la verifica dello stato limite di fessurazione si fa quindi riferimento al limite di apertura delle fessure w_2 pari a 0.3 mm per le azioni quasi permanenti.

Stato limite di apertura delle fessure

Il valore caratteristico di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non deve superare i valori nominali w_1 , w_2 , w_3 secondo quanto riportato nella Tabella riportata in precedenza.

Il valore caratteristico di calcolo è dato da: $w_d = 1.70 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{smax}$

dove ε_{sm} è la deformazione media delle barre d'armatura ε_{sm} e Δ_{smax} è la distanza massima tra le fessure.

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{smax} si utilizzano le formulazioni riportate nella circolare esplicativa alle NTC 2018 cui si rimanda per i dettagli.

8.3 Combinazioni di carico

Per le verifiche di resistenza e di stabilità si è fatto riferimento alle combinazioni di carico di cui al §2.5.3 delle Norme Tecniche, di seguito indicate:

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

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

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>17 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	17 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	17 DI 51							

9 DIMENSIONAMENTO POZZETTI TIPO 1-4

9.1 Dati geometrici

Per i pozzetti in esame verrà effettuato il calcolo considerando la situazione più gravosa in termini di spinta e, dunque, di altezza di calcolo.

Vista la geometria dei pozzetti presenti, la massima altezza di verifica risulta essere, in asse pozzetto, pari a 2.52 m.



Figura 9-1 – Altezza massima di calcolo

Per le verifiche si considera una sezione rettangolare, a metro lineare, 0.30 m x 1.00 m.

9.2 Schema statico e di calcolo

Il dimensionamento del pozzetto è stato condotto considerando la suddetta parete come una trave incastrata negli spigoli dello stesso e soggetto alla massima pressione dovuta alla presenza del terreno e della sovra spinta sismica:

$$S = S_{statica} + S_{sismica}$$

Per semplicità, si considera un valore medio della spinta agente come rappresentato nella seguente figura:

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>18 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	18 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	18 DI 51							

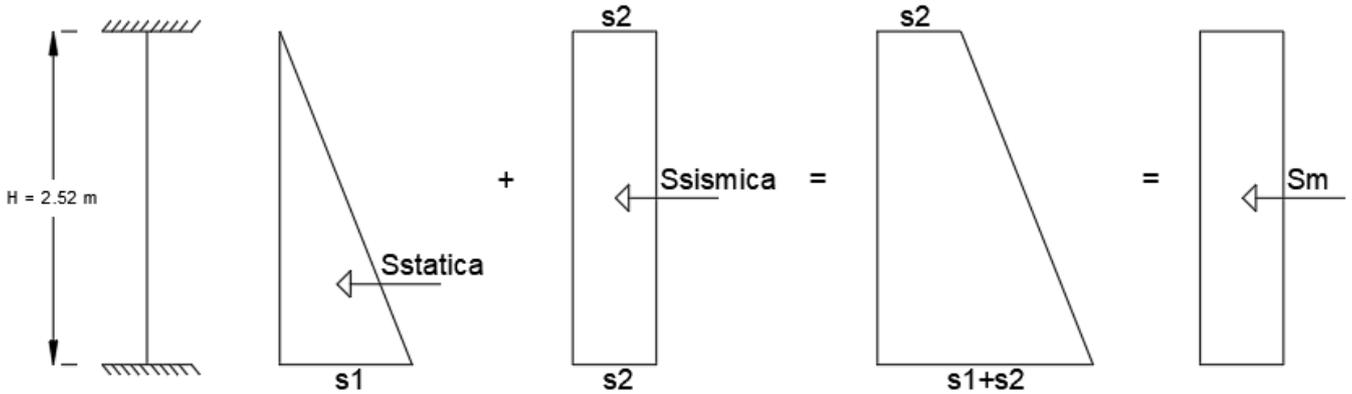


Figura 9-2 – Schema statico e di calcolo

dove

$$S_{statica} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_0 \cdot H^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot [1 - \text{sen}(23^\circ)] \cdot 2.52^2 = 38.67 \frac{kN}{m}$$

$$S_{sismica_{(SLV)}} = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = 0.31 \cdot 20 \cdot 2.52^2 = 39.36 \frac{kN}{m} \text{ (Wood, 1973)}$$

$$S_{sismica_{(SLD)}} = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = 0.15 \cdot 20 \cdot 2.52^2 = 19.05 \frac{kN}{m} \text{ (Wood, 1973)}$$

Pertanto si ottiene:

$$S_{m_{(SLV)}} = 78 \frac{kN}{m}$$

$$S_{m_{(SLD)}} = 57.72 \frac{kN}{m}$$

9.3 Calcolo delle sollecitazioni massime

Dalla risoluzione dello schema in figura 9.2 si ottengono i seguenti valori delle sollecitazioni massime, per metro lineare di sviluppo, allo SLU e allo SLE:

Stato limite	M (kNm)	T (kN)
SLU – SLV	42	98
SLE – SLD	31	73

Tabella 9-1: Sollecitazioni massime

con

$$M = \text{momento flettente di calcolo} = S_m \cdot \frac{H^2}{12}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>19 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	19 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	19 DI 51							

$$T = \text{taglio di calcolo} = S_m \cdot \frac{H}{2}$$

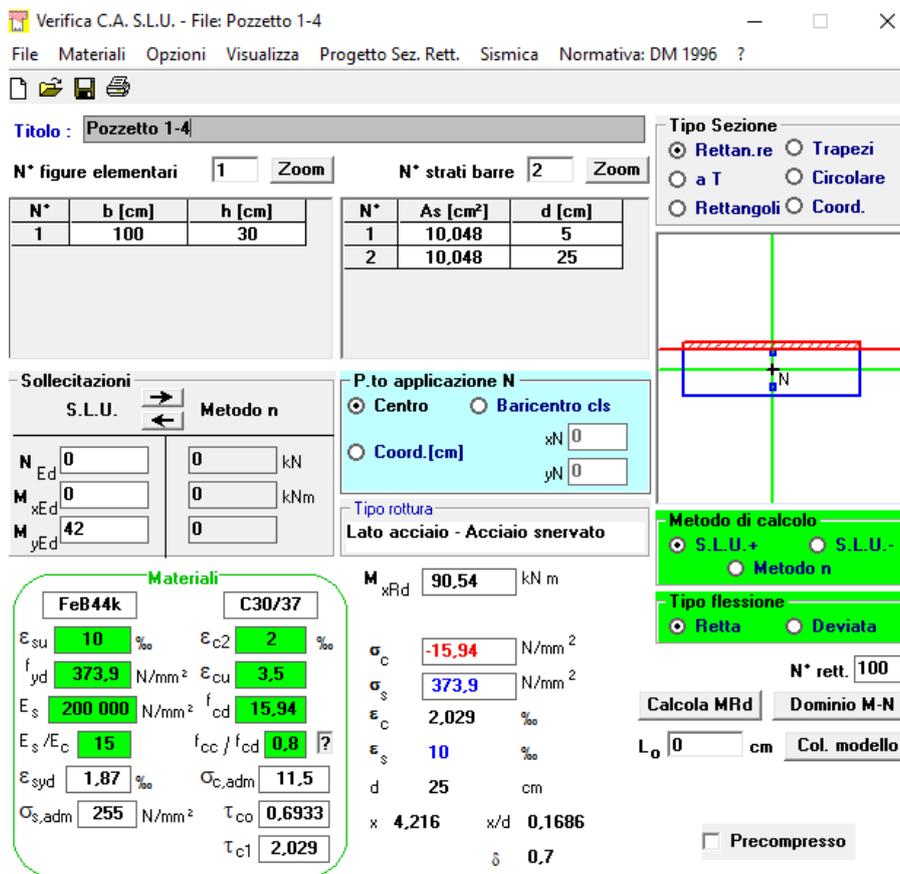
9.4 Verifiche allo SLU

Si considera una sezione in c.a. 0.30 m x 1.00 m soggetta alle sollecitazioni indicate in tabella 9.1 e armata con $\phi 16/20$ e ripartitori $\phi 12/40$.

9.4.1 Flessione semplice

Dalla seguente schermata si evince che la verifica a flessione condotta allo SLU risulta soddisfatta poich :

$$M_{Rd} = 90.54 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 42 \text{ kNm}$$



Verifica C.A. S.L.U. - File: Pozzetto 1-4

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: Pozzetto 1-4

N* figure elementari: 1 Zoom N* strati barre: 2 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	100	30	1	10,048	5
			2	10,048	25

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 42 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord. [cm]: xN: 0, yN: 0

Tipo rottura: Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali: FeB44k, C30/37

M_{xRd}: 90,54 kNm

σ_c: -15,94 N/mm²
σ_s: 373,9 N/mm²
ε_c: 2,029 ‰
ε_s: 10 ‰
d: 25 cm
x: 4,216 x/d: 0,1686
δ: 0,7

Metodo di calcolo: S.L.U.+ Metodo n

Tipo flessione: Retta

N* rett: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Figura 9-3 – Verifica a flessione semplice

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table 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;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL SI0200004</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">20 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	20 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	20 DI 51							

9.4.2 Taglio

Di seguito si riporta la verifica a taglio allo SLU per elementi senza armature trasversali. Tale verifica risulta soddisfatta poiché:

$$V_{Rd} = 131.36 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 99 \text{ kN}$$

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI			
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm
Classe di calcestruzzo		C30/37	
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-
Acciaio di armatura		B450C	
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00	
Armatura longitudinale di calcolo	A _{sl}	1005,31	mm ²
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²
Armatura massima	A _{s,min}	10000,00	
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N
-	k	1,89	-
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ	0,004	-
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa
-	v _{min}	0,51	MPa
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{min}	126,43	kN
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	99,00	kN
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,75	-

Figura 9-4 – Verifica a taglio

Tuttavia, verranno adottate il minimo di 9 spille/mq.

9.5 Verifiche allo SLE

Si considera una sezione in c.a. 0.30 m x 1.00 m soggetta alle sollecitazioni indicate in tabella 9.1 e armata con φ16/20 e ripartitori φ12/40.

9.5.1 Verifica delle tensioni in esercizio

Nella seguente figura si riportano i valori delle tensioni massime agente nel calcestruzzo e nell'acciaio.

Essendo:

$$\sigma_c = 3.54 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo armato)}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>21 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	21 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	21 DI 51							

$$\sigma_s = 137.8 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa} \text{ (acciaio di armatura)}$$

La verifica risulta soddisfatta.

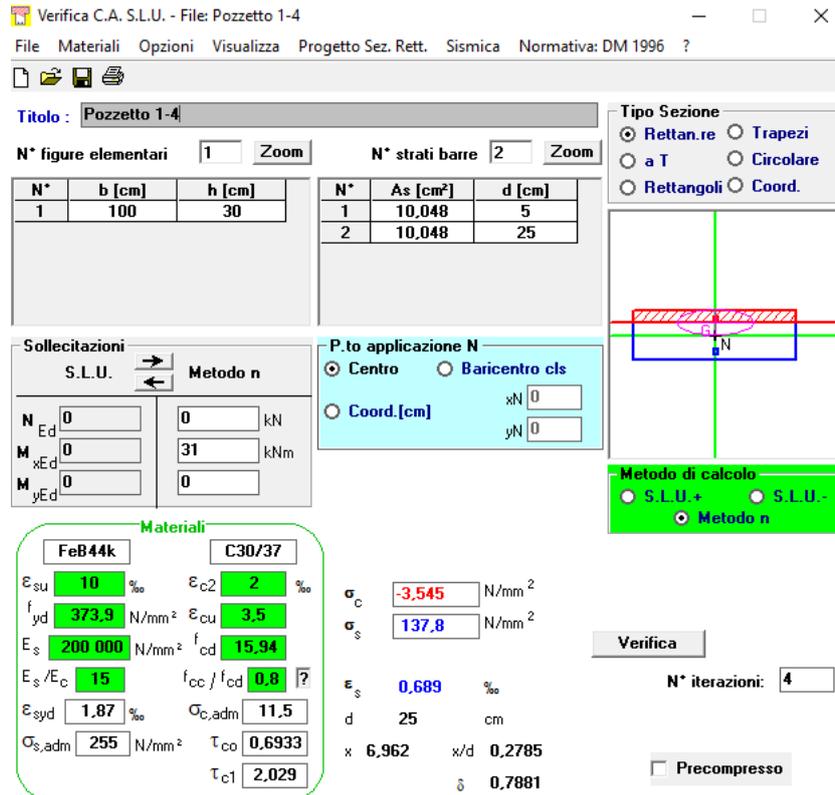


Figura 9-5 – Verifica delle tensioni (Rara).

9.5.2 Verifica a fessurazione

Nella seguente figura si riporta la verifica a fessurazione.

Essendo:

$$w_d = 0.000 \text{ mm} < w_2 = 0.300 \text{ mm}$$

La verifica a fessurazione risulta soddisfatta.

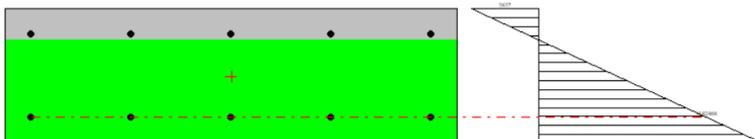
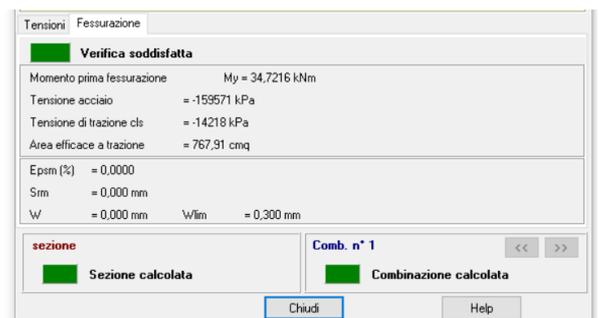



Figura 9-6 – Verifica a fessurazione (Rara).

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>22 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	22 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	22 DI 51							

9.6 Verifiche strutturali della soletta di fondazione

Per determinare le sollecitazioni agenti sul paramento, è stato fatto ricorso al software FEM MIDAS GTS NX.

La mesh di calcolo, di forma triangolare e quadrata, è realizzata tramite elementi plane strain in numero pari a 614; i nodi risultano pari a 571.

In corrispondenza del pozzetto tali elementi sono stati discretizzati con un opportuno infittimento (size 0.20).

Al terreno, di cui al capitolo 5 della relazione, è stato attribuito il modello elastico – perfettamente plastico alla Mohr-Coulomb.

Le condizioni di vincolo al contorno sono generate automaticamente dal programma (cerniere alla base e carrelli sui bordi).

Il modello di calcolo, con larghezza 20 m e altezza 8.00 m, è il seguente:

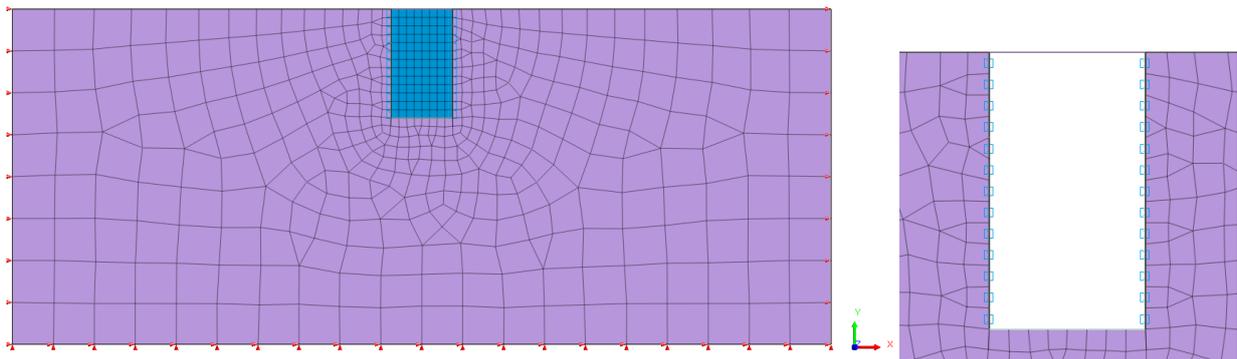


Figura 9-7 – Modello di calcolo

Il calcolo è stato condotto per le seguenti fasi:

- Fase 1: generazione dello stato tensionale attraverso la procedura k_0 ; il valore del coefficiente di spinta a riposa è ottenuto dalla formula di Jaky ($1 - \sin \phi'$) ed è pari a 0.6.

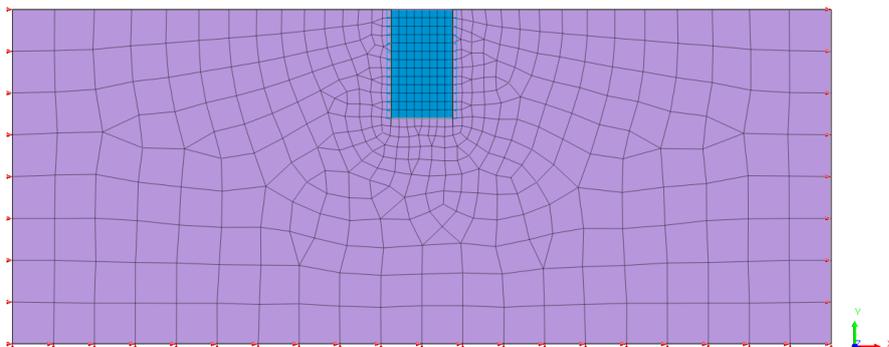


Figura 9-8 – Fase 1

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>23 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	23 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	23 DI 51							

- Fase 2: scatolare; gli elementi costituenti lo scatolare sono stati modellati come beam (1D) con sezione trasversale 0.30m x 1.00m.

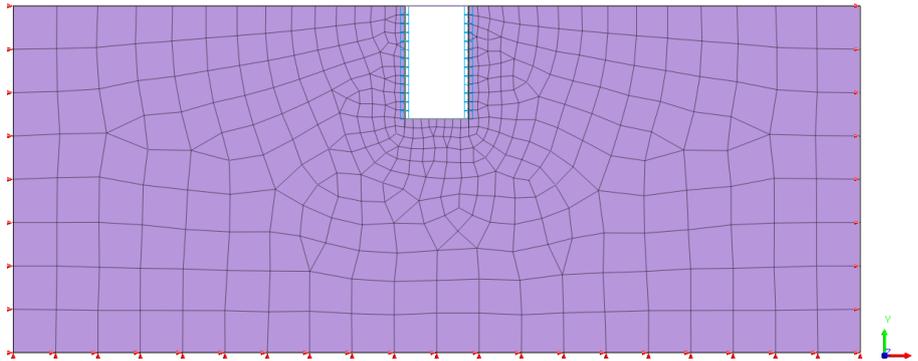


Figura 9-9 – Fase 2

- Fase 3: applicazione dell'azione sismica; per conformità con lo schema di calcolo precedente, si applica un carico uniformemente distribuito atto a simulare l'incremento di spinta dovuta all'azione sismica; la risultante di tale carico è pari a 39.36 kN/m (vedi par. 9.2).

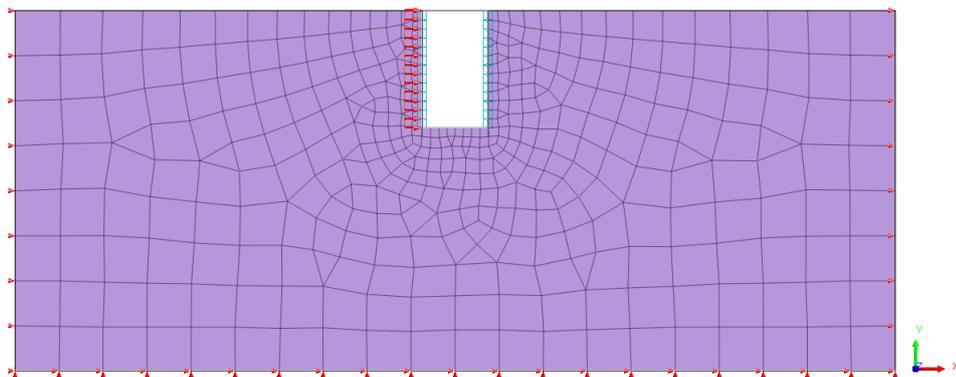


Figura 9-10 – Fase 3

Di seguito vengono riportate le sollecitazioni flettenti e taglianti ottenute nella fase 3 per la soletta di fondazione.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>24 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	24 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	24 DI 51							

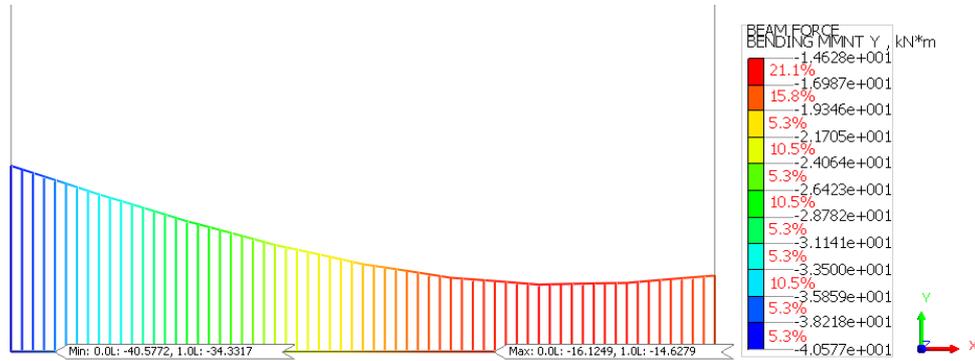


Figura 9-11 – Diagramma dei momenti flettenti (Mmax = - 41 kNm/m)

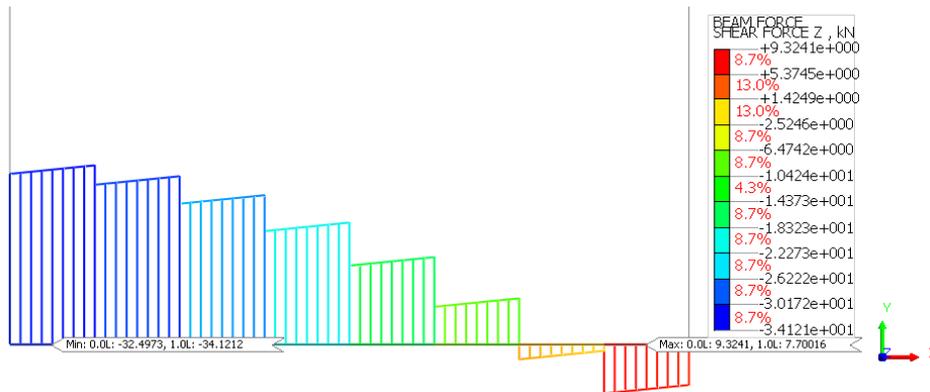


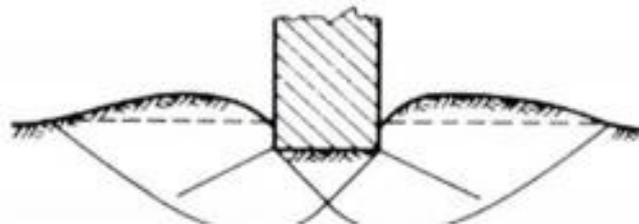
Figura 9-12 – Diagramma dei momenti flettenti (Tmax = - 34 kNm/m)

Le sollecitazioni ottenute risultano uguali o inferiori a quelle ottenuti nel par. 9.3; per tale motivo le verifiche strutturali risultano automaticamente soddisfatte.

9.7 Verifiche geotecniche (carico limite verticale)

La determinazione del carico limite è stata eseguita ipotizzando un meccanismo di rottura generale e impiegando la formula proposta da Terzaghi (1943) in termini di pressioni efficaci:

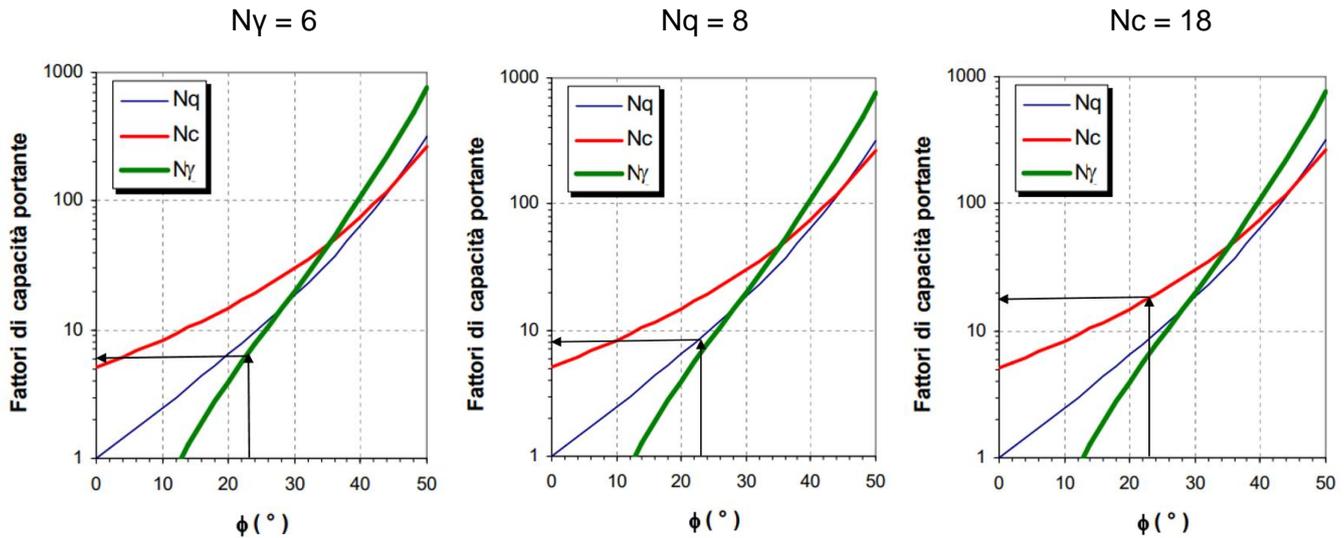
$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q$$



con

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>25 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	25 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	25 DI 51							

N_γ , N_c , N_q = fattori di capacità portante dedotto dal seguente grafico in funzione dell'angolo di attrito dell'unità 6AL



γ = peso specifico unità ghiaia e sabbia = 20 kN/m³

B = larghezza della fondazione = 1.80 m

D = spessore della fondazione = 0.30 m

s_γ = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 - 0.40 B/L = 0.60$

s_c = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 - N_q/N_c = 0.56$

s_q = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 + \tan \varphi' = 2.58$

Dunque si ha:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q = 64.80 + 50.40 + 123.84 = 239.04 \text{ kPa}$$

$$Q_{lim} = q_{lim} \cdot (1.80\text{m} \cdot 1.80\text{m}) = 774.48 \text{ kN}$$

La verifica allo SLU, con il riferimento alla combinazione A1+M1+R3, prevede che

$$Q_{lim,d} \geq Q_{es,d}$$

con

$$Q_{lim,d} = \frac{Q_{lim}}{2.30} = 336.73 \text{ kN}$$

$$Q_{es,d} = 1.30 \cdot (Q_{piedritti} + Q_{solette}) = 1.30 \cdot (86.40 \text{ kN} + 48.60 \text{ kN}) = 175.50 \text{ kN}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>26 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	26 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	26 DI 51							

Il calcolo è stato condotto con riferimento alle dimensioni del pozzetto n.2 avente altezza maggiore (H=3.00 m).

Inoltre, si specifica che nel calcolo dei pesi degli elementi strutturali non si è tenuto conto, a vantaggio di sicurezza, delle aperture previste in progetto.

La verifica risulta soddisfatta, essendo $Q_{lim,d} > Q_{es,d}$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>27 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	27 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	27 DI 51							

10 DIMENSIONAMENTO POZZETTO TIPO 5

10.1 Dati geometrici

Si considera la sezione trasversale del pozzetto tipo 5 con le seguenti dimensioni geometriche.

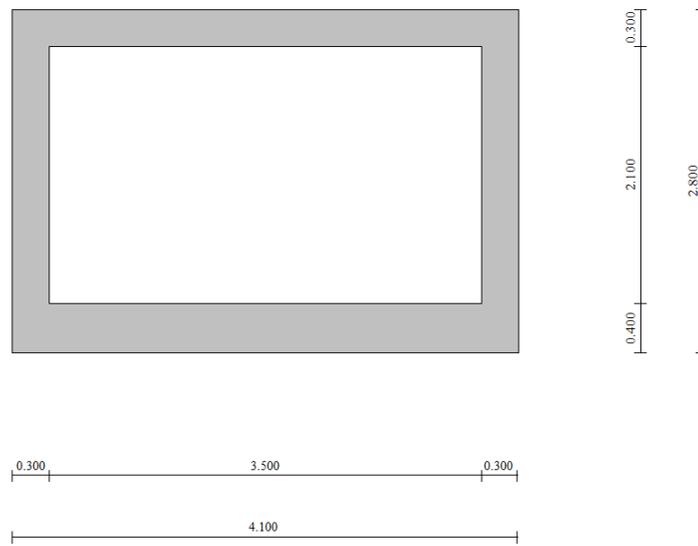


Figura 10-1 – Geometria pozzetto tipo 5

10.2 Modello di calcolo

Le sollecitazioni massime agenti sul manufatto sono ottenute mediante il software SCAT 14, sviluppato dalla Aztec Informatica srl.

Considerando i parametri geotecnici indicati nel capitolo 5, il modello di calcolo è il seguente:

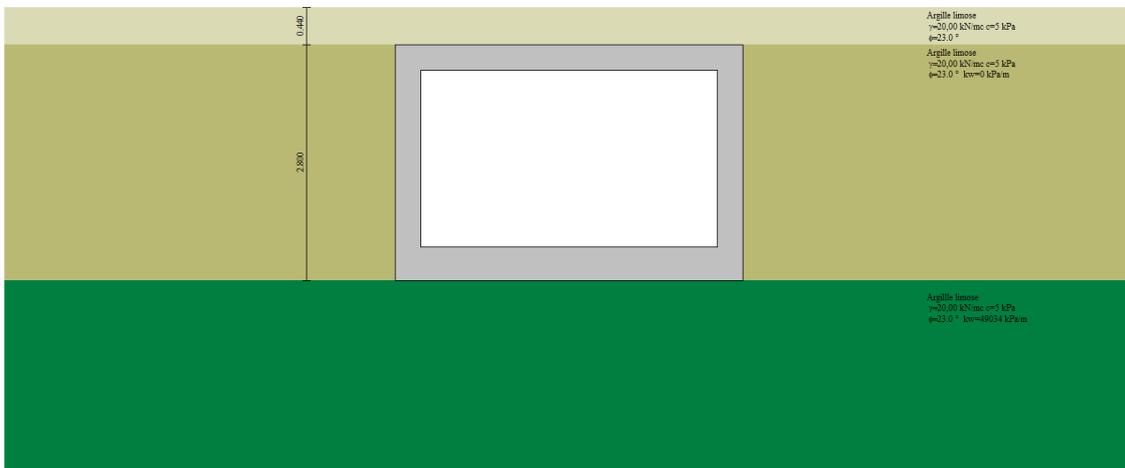


Figura 10-2 – Modello di calcolo

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>28 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	28 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	28 DI 51							

10.3 Analisi dei carichi

Sul manufatto agiranno:

- spinta del terreno, in condizioni di spinta a riposo, calcolata automaticamente dal software;
- sovra spinta sismica (Wood, 1973) calcolata automaticamente dal software;
- carico dovuto al terreno di ricoprimento al di sopra del manufatto;
- carico stradale sul piano campagna, applicato ad 1 metro dal pozzetto, atto a simulare il transito veicolare; l'intensità di tale carico è assunto pari a 20 kPa.

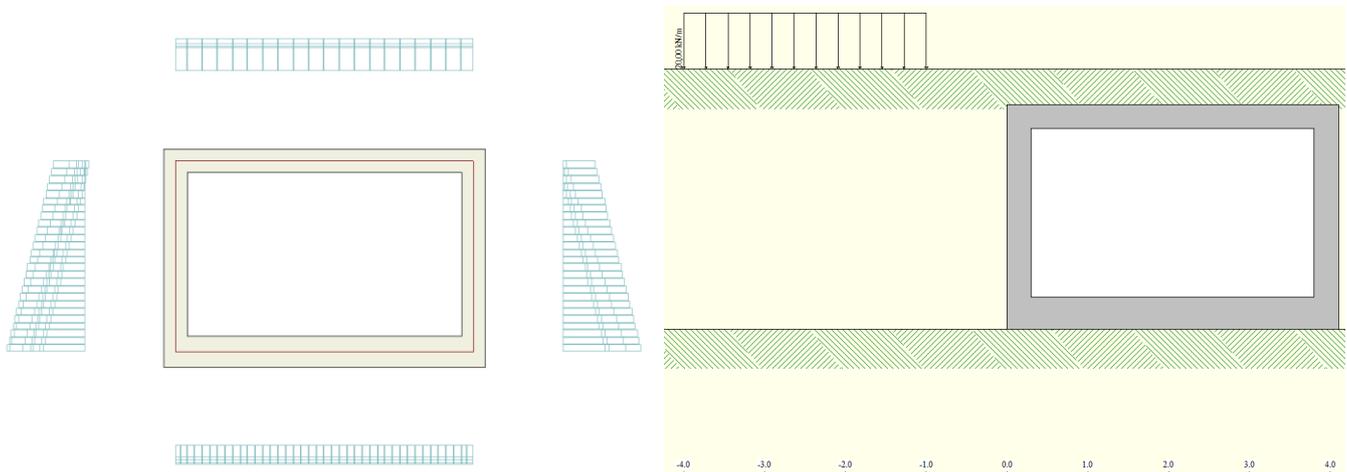


Figura 10-3 – Carichi agenti sul manufatto

10.4 Combinazioni di carico

L'involuppo delle sollecitazioni, allo SLE e allo SLU, sono state ottenute considerando le seguenti combinazioni di calcolo.

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale
1	A1-M1	Assente	--
2	A2-M2	Assente	--
3	A1-M1	Assente	--
4	A2-M2	Assente	--
5	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
6	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
7	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
8	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
9	A1-M1	Da DESTRA	POSITIVO
10	A1-M1	Da DESTRA	NEGATIVO
11	A2-M2	Da DESTRA	POSITIVO
12	A2-M2	Da DESTRA	NEGATIVO
13	SLEQ	Assente	--
14	SLEF	Assente	--
15	SLEP	Assente	--
16	SLEQ	Da SINISTRA	POSITIVO
17	SLEQ	Da SINISTRA	NEGATIVO
18	SLEQ	Da DESTRA	POSITIVO
19	SLEQ	Da DESTRA	NEGATIVO

Figura 10-4 – Combinazioni di carico

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>29 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	29 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	29 DI 51							

10.5 Calcolo delle sollecitazioni massime

Di seguito si riportano i diagrammi di involuppo dello sforzo normale, taglio e momento flettente allo SLU e allo SLE.

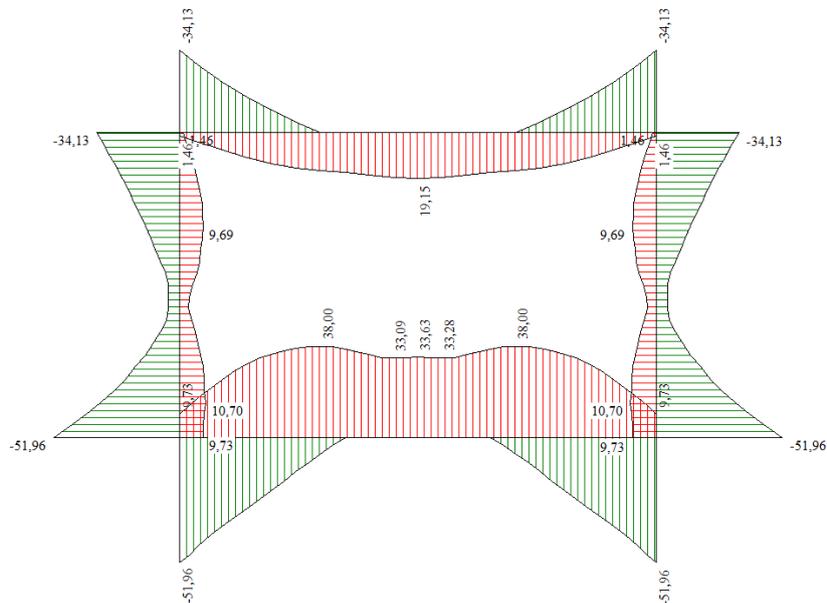


Figura 10-5 – Involuppo momento flettente SLU

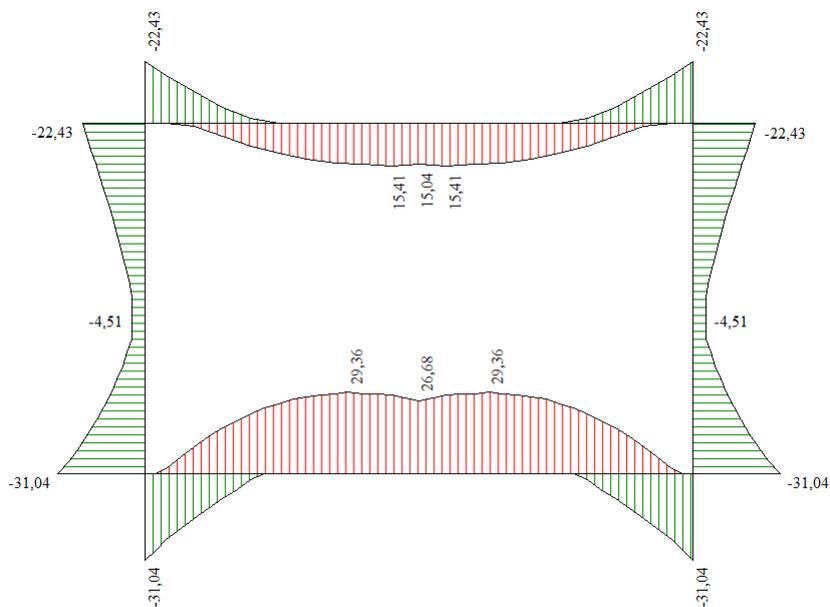


Figura 10-6 – Involuppo momento flettente SLE



LINEA PESCARA - BARI
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto
 1: Ripalta - Lesina

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI
 Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per
 collettore di scarico f600

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	30 DI 51

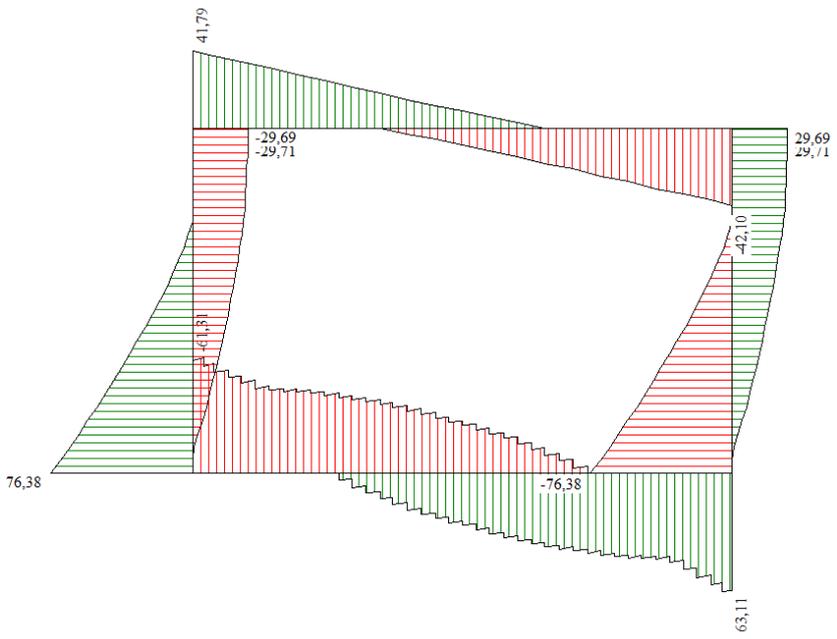


Figura 10-7 – Involuppo taglio SLU

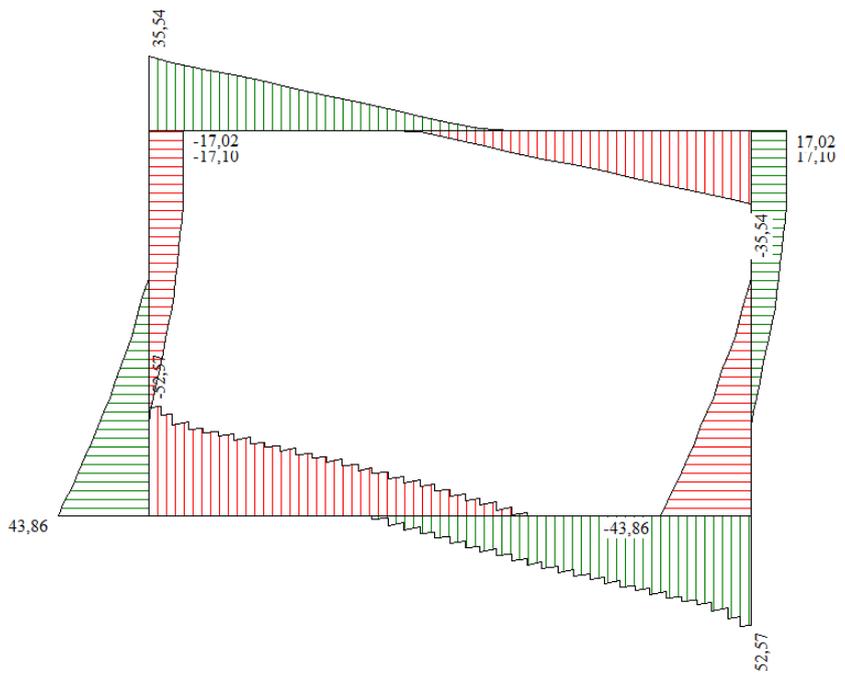


Figura 10-8 – Involuppo taglio SLE

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI

Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	31 DI 51

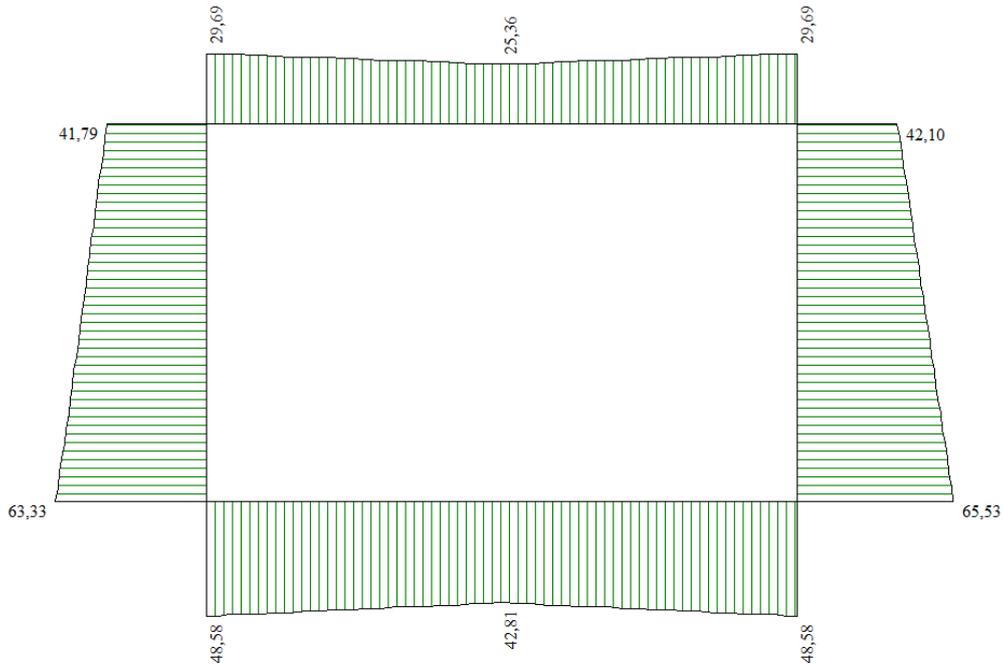


Figura 10-9 – Involuppo sforzo normale SLU

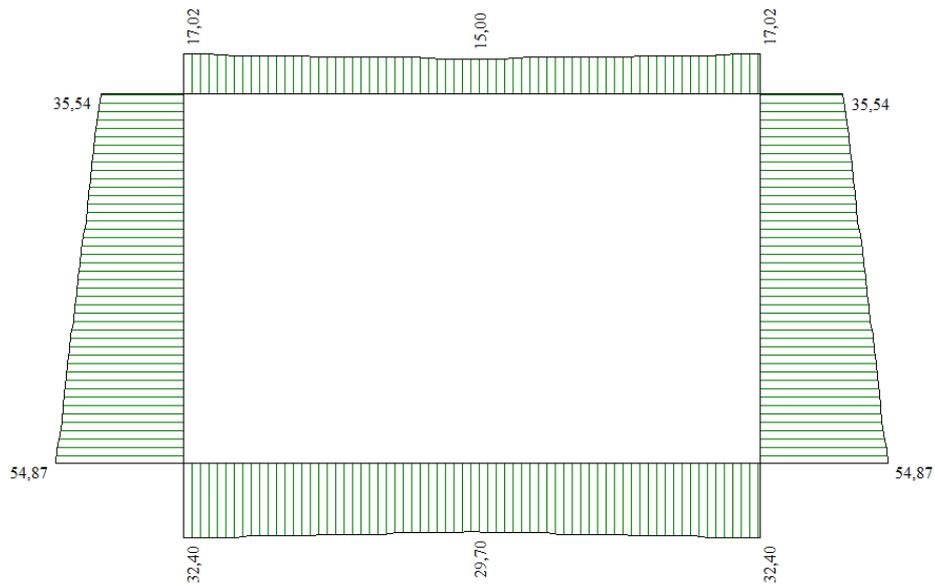


Figura 10-10 – Involuppo sforzo normale SLE

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>32 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	32 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	32 DI 51							

10.6 Verifiche allo SLU

Nella seguente tabella si riepilogano le sollecitazioni massime allo SLU per un metro lineare di sviluppo ottenute in corrispondenza del nodo piedritto – soletta di fondazione. Si trascura, a vantaggio di sicurezza, lo sforzo normale.

Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	52	77	-

Tabella 10-1: Sollecitazioni massime

Nelle verifiche strutturali di seguito riportate si considera una sezione in c.a. 0.30 m x 1.00 m soggetta alle sollecitazioni indicate in tabella 10.1 ed armata con $\phi 16/20$ e ripartitori $\phi 12/40$.

10.6.1 Flessione semplice

Dalla seguente schermata si evince che la verifica a flessione condotta allo SLU risulta soddisfatta poiché:

$$M_{Rd} = 90.54 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 52 \text{ kNm}$$

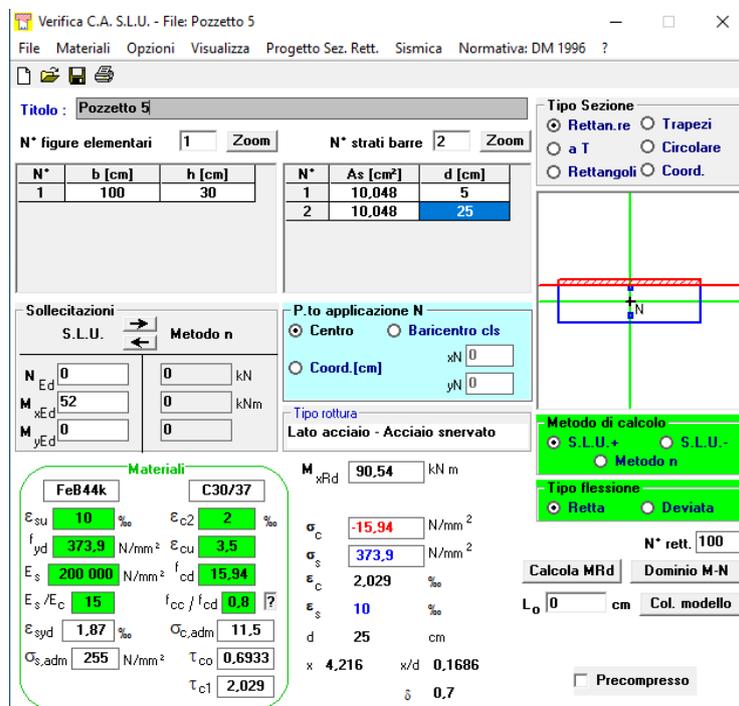


Figura 10-11 – Verifica a flessione semplice

10.6.2 Taglio

Di seguito si riporta la verifica a taglio allo SLU per elementi senza armature trasversali. Tale verifica risulta soddisfatta poiché:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>33 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	33 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	33 DI 51							

$$V_{Rd} = 131.36 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 77 \text{ kN}$$

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI			
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm
Classe di calcestruzzo	C30/37		
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-
Acciaio di armatura	B450C		
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00	
Armatura longitudinale di calcolo	A _{sl}	1005,31	mm ²
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²
Armatura massima	A _{s,min}	10000,00	
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N
-	k	1,89	-
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ	0,004	-
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa
-	v _{min}	0,51	MPa
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{min}	126,43	kN
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	77,00	kN
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,59	-

Figura 10-12 – Verifica a taglio

Tuttavia, verranno adottate il minimo di 9 spille/mq.

10.7 Verifiche allo SLE

Nei paragrafi successivi si espongono i risultati delle verifiche allo SLE condotte con l'ausilio del software SAX10 di Aztec Informatica Srl.

10.7.1 Soletta di fondazione

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Soletta di fondazione - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	26.13	15
T (kN)	49.22	15
N (kN)	28.56	15

Soletta di fondazione - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	26.41	13
T (kN)	47.89	13
N (kN)	24.61	13

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>34 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	34 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	34 DI 51							

Verifica delle tensioni di esercizio

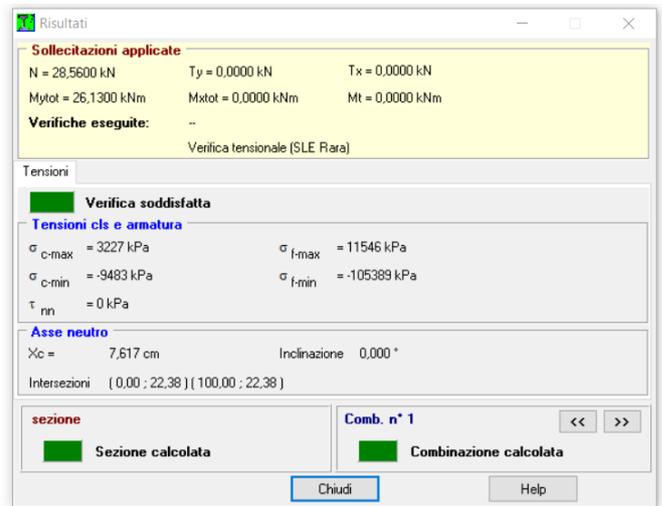
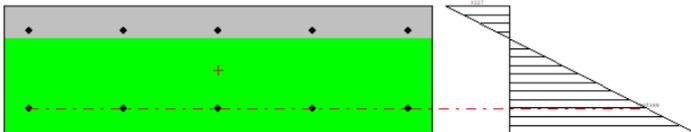


Figura 10-13 – Risultati verifica tensionale (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 3.22 \text{ MPa} < 0.55f_{ck} = 16.89 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 105.40 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

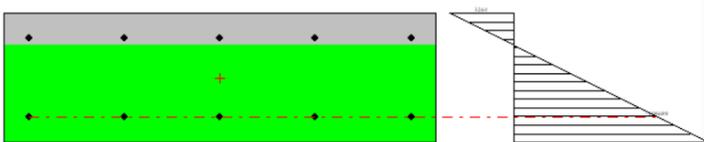


Figura 10-14 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 3.26 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 108.70 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

Pertanto, la verifica tensionale è soddisfatta per ciascuna combinazione considerata.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>35 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	35 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	35 DI 51							

Verifica a fessurazione

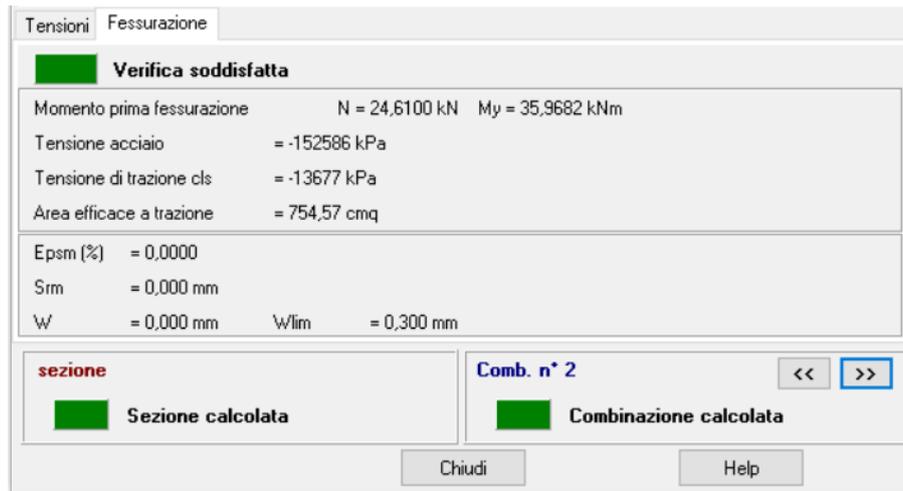


Figura 10-15 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$w_d = 0.000 \text{ mm} < w_1 = 0.300 \text{ mm}$$

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

10.7.2 Soletta di copertura

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Soletta di fondazione - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-17.73	15
T (kN)	32.32	15
N (kN)	13.95	15

Soletta di fondazione - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	15.04	13
T (kN)	30.69	13
N (kN)	10.45	13

Tenuto conto delle sollecitazioni agenti minori e del quantitativo di armatura previsto, si ritengono esaurive le verifiche condotte per la soletta di fondazione di cui al §10.7.1 del presente elaborato.

10.7.3 Piedritti

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Soletta di fondazione - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-23.74	15

Soletta di fondazione - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-16.64	13

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalpa - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>36 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	36 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	36 DI 51							

T (kN)	36.06	15
N (kN)	47.09	15

T (kN)	24.65	13
N (kN)	48.71	13

Verifica delle tensioni di esercizio

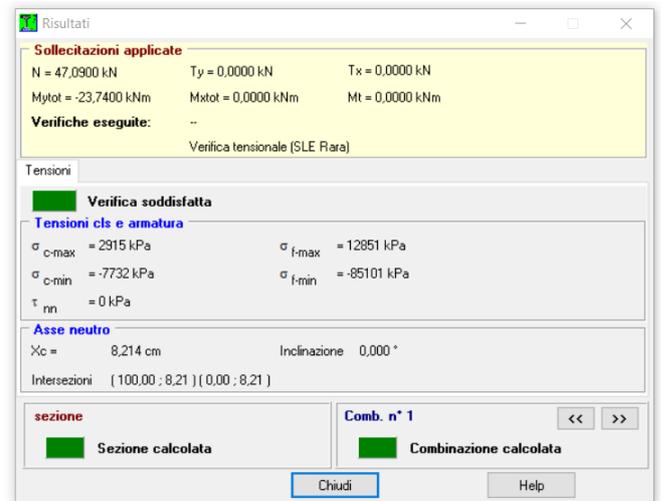
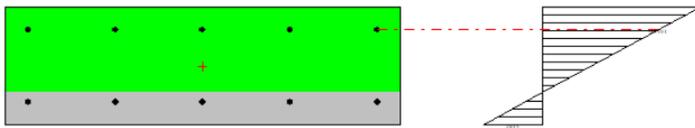


Figura 10-16 – Risultati verifica tensionale (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 2.91 \text{ MPa} < 0.55f_{ck} = 16.89 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 85.10 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

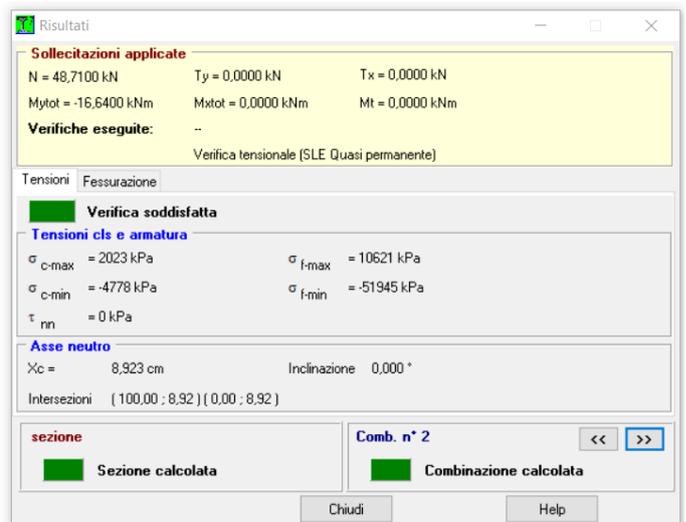
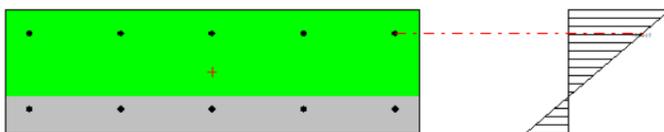


Figura 10-17 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 2.03 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>37 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	37 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	37 DI 51							

$$\sigma_s = 51.95 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

Pertanto, la verifica tensionale è soddisfatta per ciascuna combinazione considerata.

Verifica a fessurazione

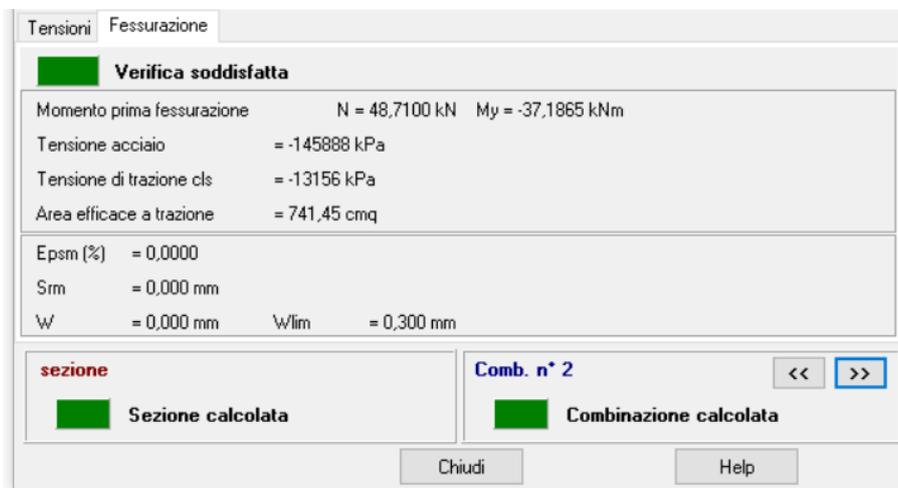


Figura 10-18 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$w_d = 0.000 \text{ mm} < w_1 = 0.300 \text{ mm}$$

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

10.8 Verifiche strutturali della soletta di fondazione

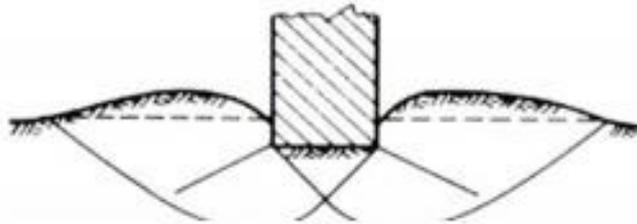
Dai diagrammi riportati al paragrafo 10.5, si evince che le sollecitazioni interne ai piedritti risultano maggiori o al più uguali a quelle ottenuti in fondazioni; in più, lo spessore della fondazione risulta pari a 40 cm. Per tale motivo, la sezione in oggetto risulta automaticamente verificata dal punto di vista strutturale.

10.9 Verifiche geotecniche (carico limite verticale)

La determinazione del carico limite è stata eseguita ipotizzando un meccanismo di rottura generale e impiegando la formula proposta da Terzaghi (1943) in termini di pressioni efficaci:

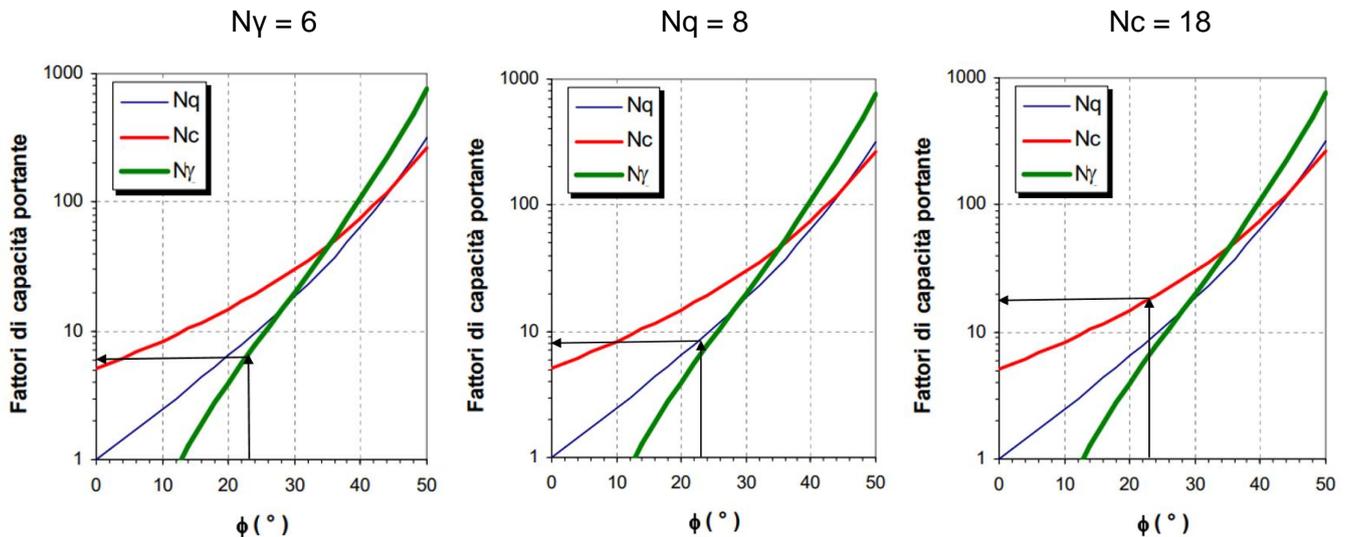
$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>38 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	38 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	38 DI 51							



con

N_γ , N_c , N_q = fattori di capacità portante dedotto dal seguente grafico in funzione dell'angolo di attrito dell'unità 6AL



γ = peso specifico unità ghiaia e sabbia = 20 kN/m³

B = larghezza della fondazione = 3.00 m

D = spessore della fondazione = 0.40 m

s_γ = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 - 0.40 B/L = 0.70$

s_c = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 - B N_q / L N_c = 0.56$

s_q = fattore correttivo dimensione della fondazione = $1 + \tan \phi' = 1.69$

Dunque si ha:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q = 126 + 50.40 + 108.16 = 284.56 \text{ kPa}$$

$$Q_{lim} = q_{lim} \cdot (3.00\text{m} \cdot 4.10\text{m}) = 3500 \text{ kN}$$

La verifica allo SLU, con il riferimento alla combinazione A1+M1+R3, prevede che

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>39 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	39 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	39 DI 51							

$$Q_{lim,d} \geq Q_{es,d}$$

con

$$Q_{lim,d} = \frac{Q_{lim}}{2.30} = 1521 \text{ kN}$$

$$Q_{es,d} = 1.30 \cdot (Q_{piedritti} + Q_{solette}) = 1.30 \cdot (504 \text{ kN} + 246 \text{ kN}) = 975 \text{ kN}$$

Si specifica che nel calcolo dei pesi degli elementi strutturali non si è tenuto conto, a vantaggio di sicurezza, delle aperture previste in progetto.

La verifica risulta soddisfatta, essendo $Q_{lim,d} > Q_{es,d}$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>40 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	40 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	40 DI 51							

11 VERIFICA DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Nel presente capitolo si sintetizzano i risultati e le assunzioni di calcolo afferenti alla verifica di stabilità dei fronti di scavo propedeutici alla realizzazione degli interventi in progetto (pozzetti + posa in opera collettori $\phi 600$ mm).

Il calcolo è stato eseguito con l'ausilio del software di calcolo agli elementi finiti (FEM) Midas GTS NX.

11.1 Contesto normativo

La verifica di stabilità del fronte di scavo è stata condotta in ottemperanza al §6.8 delle NTC'08, secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2);

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle sottostanti:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_c (o γ_s)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{dk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.8.1 – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_{Rt}	1.1

Pertanto, la verifica risulta soddisfatta se:

$$FS \geq 1.10$$

Trattandosi di una fase transitoria, l'analisi è stata condotta esclusivamente in condizioni statiche.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>41 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	41 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	41 DI 51							

11.2 Sezioni di verifica

11.2.1 Pozzetti

Tenuto conto dell'altezza di scavo massima ($H_{max} = 3.00$ m), dell'unità geotecnica interessata dagli scavi, delle pendenze delle scarpate e dei carichi agenti, si ritengono esaustive le verifiche di stabilità condotte per i blocchi di ancoraggio previsti in progetto per la deviazione della condotta acquedottistica $\phi 400$ di proprietà dell'Acquedotto Pugliese.

Pertanto, si rimanda all'elaborato LI0701EZZCLSI0200002C.

11.2.2 Collettore $\phi 600$ mm

La verifica è stata condotta in corrispondenza della sezione più gravosa avente altezza di scavo massima, pari a 2.70 m.

La pendenza della scarpata è pari a 56° .

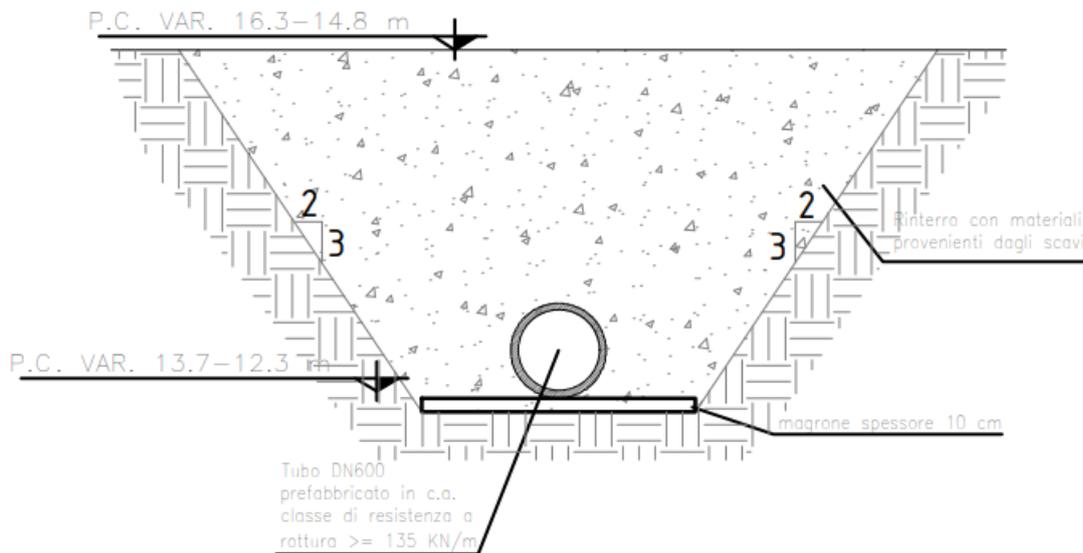


Figura 11-1 – Sezione di verifica collettore $\phi 600$ mm.

Per ragioni di simmetria, è stata verificata la stabilità della sola scarpata in destra.

11.3 Analisi dei carichi

Nel modello di calcolo si è tenuto conto dei seguenti carichi:

Peso proprio del terreno

Il peso proprio del terreno viene determinato automaticamente dal software di calcolo a partire dal peso dell'unità di volume del terreno.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>42 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	42 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	42 DI 51							

Carico Cantiere

Tale sovraccarico (Variabile – Sfavorevole), di intensità pari a 10 kPa, viene applicato a tergo della scarpata al fine di simulare il transito dei mezzi di cantiere e le lavorazioni propedeutiche alla realizzazione del blocco di ancoraggio.

Il suddetto è stato amplificato di un coefficiente parziale pari a 1.30.

11.4 Modello di calcolo

Il modello di calcolo è stato discretizzato con una mesh composta da n°1052 nodi e n°991 elementi di forma triangolare e quadrangolare.

Il software prevede il controllo della dimensione della mesh sui vari elementi mediante il comando “Size control”. Pertanto, sono state specificate le dimensioni della mesh lungo gli elementi che necessitano di una più accurata definizione ovvero in corrispondenza della scarpata con un passo di 0.20m.

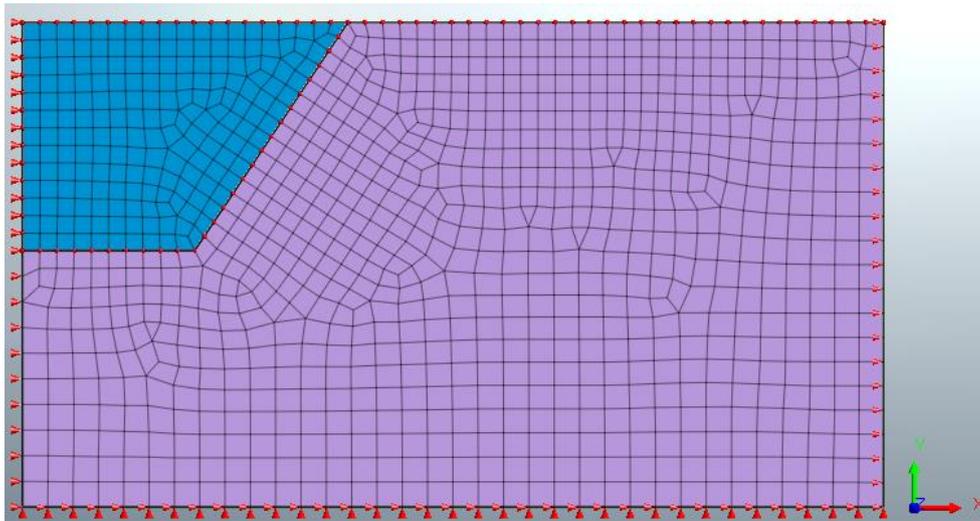


Figura 11-2 – Modello di calcolo.

I vincoli al contorno sono stati applicati mediante il comando “Constraint auto”.

Di seguito si riportano i materiali e le relative proprietà meccaniche adottate nel calcolo.

Elemento	Tipologia	Materiale	Legame costitutivo
Unità 6AL	Plane strain	Terreno	Mohr Coulomb

Tabella 11-1 – Materiali e proprietà del modello di calcolo.

Si riepilogano i valori di calcolo dei parametri geotecnici:

Strato	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	c'_{M2} (kPa)	ϕ'_{M2} (°)
Unità 6AL	20	12.50	24.50	10	20

Tabella 11-2 – Parametri geotecnici di calcolo.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>43 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	43 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	43 DI 51							

Nel caso in esame si è fatto riferimento a valori medi dei parametri geotecnici.

11.5 Fasi di calcolo

L'analisi è stata condotta per fasi di calcolo mediante la funzione “*Construction stage*” implementata nel software. Di seguito si riepilogano le fasi di calcolo:

Fase 0: Generazione dello stato tensionale iniziale mediante la procedura k_0 .

All'unità 6AL è stato associato il coefficiente di spinta a riposo determinato mediante la formula di Jacky $k_0=1-\text{sen } \phi'$.

Strato	ϕ' (°)	k_0
Unità 6 AL	24.50	0.585

In tale fase, sono stati attivati il terreno, i vincoli ed il peso proprio.

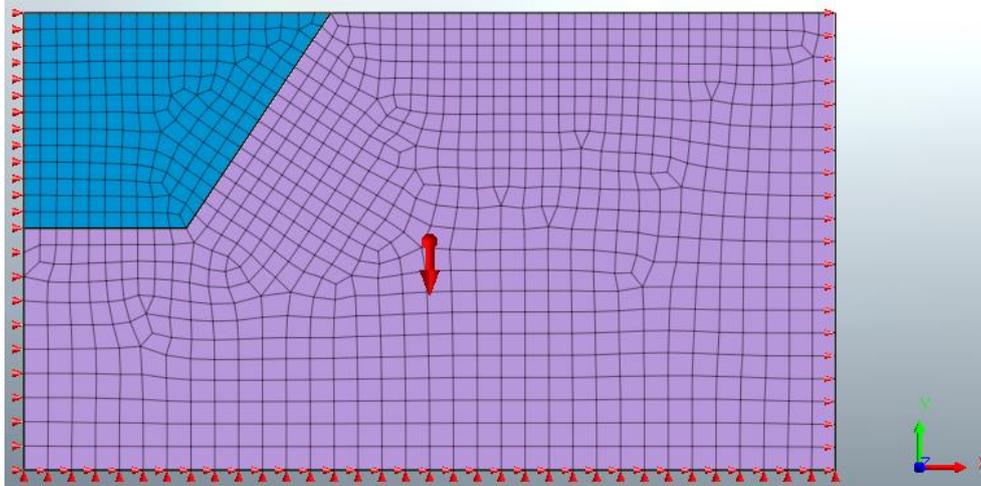


Figura 11-4 – Fase 0.

Fase 1: Scavo

In tale fase è stata rimossa la porzione di terreno da scavare fino a fondo scavo. Inoltre, è stato applicato a tergo della scarpata il carico cantiere di cui al §11.3 della presente relazione.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>												
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SI0200004</td> <td>C</td> <td>44 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL	SI0200004	C	44 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI07	01	E ZZ CL	SI0200004	C	44 DI 51								

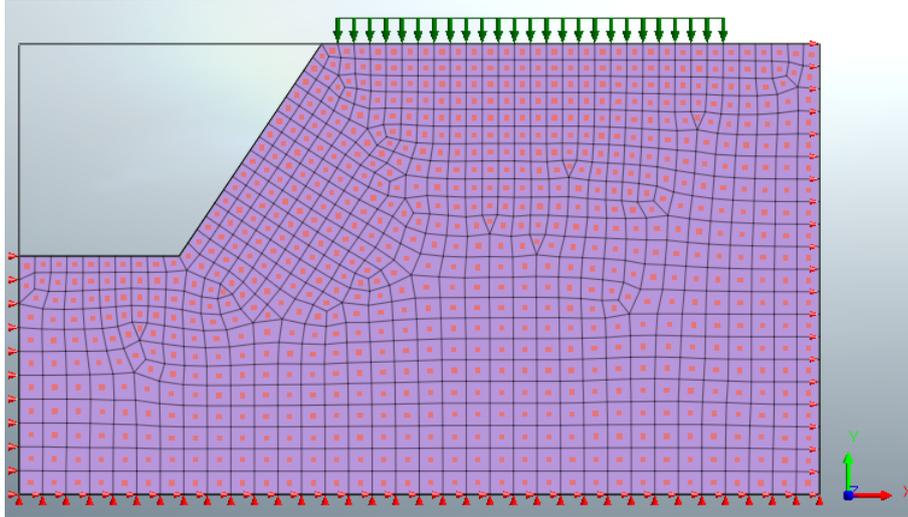


Figura 11-5 – Fase 1.

Inoltre, sono stati assegnati i parametri geotecnici ridotti, in ottemperanza alle prescrizioni Normative, mediante il comando “*change property*”.

Fase 2: Calcolo FS

Il calcolo del fattore di sicurezza è stato condotto mediante metodo SRM (*Strenght Reduction Method*). Tale metodo consente di valutare il coefficiente di sicurezza minimo ed è basato sulla riduzione graduale della resistenza al taglio del terreno fino al raggiungimento di un meccanismo di collasso.

11.6 Risultati di calcolo

Si espongono i risultati di calcolo ottenuti:

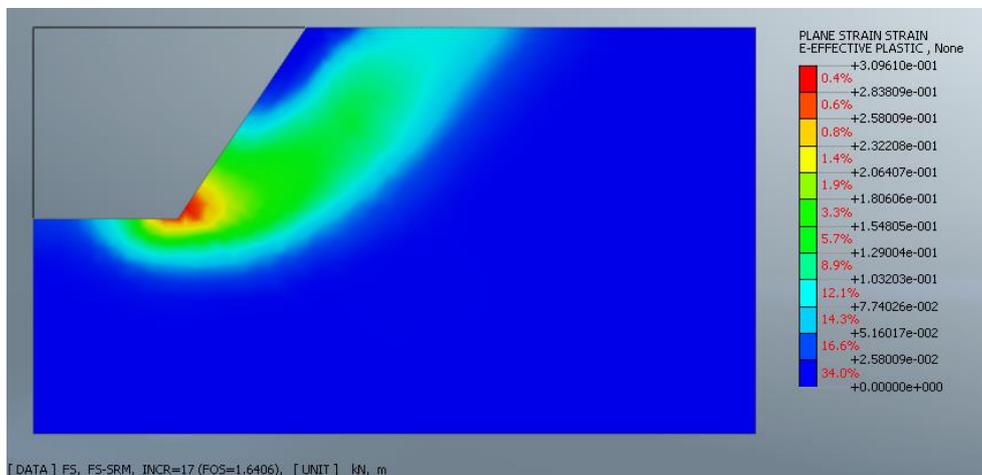


Figura 11-6 – FS con indicazione del volume di terreno potenzialmente instabile.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>45 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	45 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	45 DI 51							

Il fattore di sicurezza minimo ottenuto è pari a **1.64** pertanto risulta maggiore del limite Normativo ($FS_{LIM} = 1.10$).

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>46 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	46 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	46 DI 51							

12 INCIDENZA DELLE ARMATURE

Per il calcolo dell'incidenza si faccia riferimento alla tabella ferri riportata nell'elaborato di progetto LI0701EZZBZSI0200005C.

Pozzetto 1

Soletta di fondazione

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
1.80	0.30	1	0.54	0.54

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.10	33.14
16	16	1.578	1	25.25
8	16	0.395	0.40	2.53
				61.00

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{61.00 \text{ kg}}{0.54 \text{ mc}} = 112.80 \text{ kg/mc/m}$$

Piedritti

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
0.30	2.20	1	0.66	0.66

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.62	41.34
16	10	1.578	1.4	22.09
8	15	0.395	0.40	2.37
16	10	1.578	1.00	15.78
				81.60

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{81.60 \text{ kg}}{0.66 \text{ mc}} = 123.60 \text{ kg/mc/m}$$

Soletta di copertura

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>47 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	47 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	47 DI 51							

1.80	0.30	1	0.54	0.54
------	------	---	------	------

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.10	33.14
16	16	1.578	1	25.25
8	16	0.395	0.40	2.53
				61.00

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V \text{ (mc)}} = \frac{61.00 \text{ kg}}{0.54 \text{ mc}} = 112.80 \text{ kg/mc/m}$$

Pozzetto 2

Soletta di fondazione

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
1.80	0.30	1	0.54	0.54

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.10	33.14
16	16	1.578	1	25.25
8	16	0.395	0.40	2.53
				61.00

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V \text{ (mc)}} = \frac{61.00 \text{ kg}}{0.54 \text{ mc}} = 112.80 \text{ kg/mc/m}$$

Piedritti

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
0.30	2.40	1	0.72	0.72

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.80	44.18
16	10	1.578	1.4	22.09
8	15	0.395	0.40	2.37
16	10	1.578	1.00	15.78
				84.43

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>48 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	48 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	48 DI 51							

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{84.43 \text{ kg}}{0.72 \text{ mc}} = 117.30 \text{ kg/mc/m}$$

Soletta di copertura

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
1.80	0.30	1	0.54	0.54

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.10	33.14
16	16	1.578	1	25.25
8	16	0.395	0.40	2.53
				61.00

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{61.00 \text{ kg}}{0.54 \text{ mc}} = 112.80 \text{ kg/mc/m}$$

Pozzetto 3

Il seguente pozzetto presenta analoga geometria ed armature del pozzetto 1, pertanto si rimanda a quest'ultimo.

Pozzetto 4

Il seguente pozzetto presenta analoga geometria ed armature del pozzetto 1, pertanto si rimanda a quest'ultimo.

Pozzetto 5

Soletta di fondazione

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
4.10	0.40	1	1.64	1.64

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.50	71.01
16	24	1.578	1	37.87
8	24	0.395	0.40	3.80
				112.70

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>49 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	49 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	49 DI 51							

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{112.70 \text{ kg}}{1.64 \text{ mc}} = 68.70 \text{ kg/mc/m}$$

Piedritti

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
0.30	2.10	1	0.63	0.63

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.50	39.45
16	10	1.578	1.50	23.67
8	15	0.395	0.40	2.37
12	10	0.888	1.00	8.88
				74.37

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{74.37 \text{ kg}}{0.63 \text{ mc}} = 118.05 \text{ kg/mc/m}$$

Soletta di copertura

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
4.10	0.40	1	1.64	1.64

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.50	71.01
16	24	1.578	1	37.87
8	24	0.395	0.40	3.80
				112.70

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V (mc)} = \frac{112.70 \text{ kg}}{1.64 \text{ mc}} = 68.70 \text{ kg/mc/m}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>50 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	50 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	50 DI 51							

13 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2008, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- Le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione, nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;
- I file di input e output dei programmi, riportati nella presente relazione e nell'apposito allegato, sono stati sottoposti a verifica mediante:
 - controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
 - valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;
 - analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati, oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitivo: questi ultimi, in particolare, hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la comprensione/ elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti, qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti per collettore di scarico f600</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200004</td> <td>C</td> <td>51 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	51 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200004	C	51 DI 51							

14 ALLEGATI

Si allega al presente elaborato:

- Tabulato di calcolo Pozzetto 5;