

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

## RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

FV01 – FERMATA CAMPUS

RELAZIONE DI CALCOLO: VASCHE "SE", "NO"

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO D'Agostino Angelo Antonio Costruzioni Generali s.r.l.  (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI  (data e firma)	---

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

**IA3S    01    V    ZZ    CL    SN0100    002    D**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. DE MARTINO	MAG. 2021	G. DI MARCO	MAG. 2021	M.RASIMELLI	MAG. 2021	
C	Revisione per RdV IA3S-RV-0000000274	G. DE MARTINO	FEB. 2022	G. DI MARCO	FEB. 2022	M.RASIMELLI	FEB. 2022	
D	Revisione per RdV IA3S-RV-0000000397	D.SALZILLO	LUG.2022	G.MENNILLO	LUG.2022	M.RASIMELLI	LUG. 2022	

File: IA3S01VZZCLSN0100002Ddoc

n. Elab.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	2 DI 62

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>8</b>
	3.1 CALCESTRUZZO C32/40.....	8
	3.2 ACCIAIO B450C .....	9
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>11</b>
	4.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA .....	11
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>18</b>
	6.1 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 – 10.2.....	18
	6.2 CONDIZIONI DI CARICO .....	20
	6.2.1 Peso proprio della struttura (DEAD).....	20
	6.2.2 Carichi permanenti portati (PERM) .....	20
	6.2.3 Carichi mobili ferroviari.....	20
	6.2.4 Sovraccarichi accidentali (Qk).....	20
	6.2.5 Spinta a riposo del terreno sui piedritti (SPRTP-DX/SPRTP-SX) .....	21
	6.2.6 Spinta a riposo da sovraccarichi (SPRQP-DX/SPRQP-SX) .....	21
	6.2.7 Variazioni di temperatura (TERM).....	22
	6.2.8 Ritiro (RIT).....	22
	6.2.9 Spinta acqua (SPWP/SPWSF) .....	22
	6.2.10 Spinta in presenza di sisma - Metodo di Wood (Sisma H, Sisma V, SPSHT-DX/SPSHT-SX) .....	23
	6.3 COMBINAZIONI DI CARICO .....	25
<b>7</b>	<b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>32</b>
	7.1 DIAGRAMMI COMBINAZIONE SIGNIFICATIVA.....	32
	7.2 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLE) .....	37
<b>8</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>40</b>
	8.1 CRITERI GENERALI.....	40
	8.1.1 Pressoflessione.....	40
	8.1.2 Verifiche a taglio.....	40
	8.1.3 VERIFICHE ALLO SLE .....	42
	8.1.4 Verifiche di deformabilità.....	42
	8.1.5 Verifiche di fessurazione .....	43
	8.1.6 Verifiche delle tensioni in esercizio .....	43

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>3 DI 62</b>

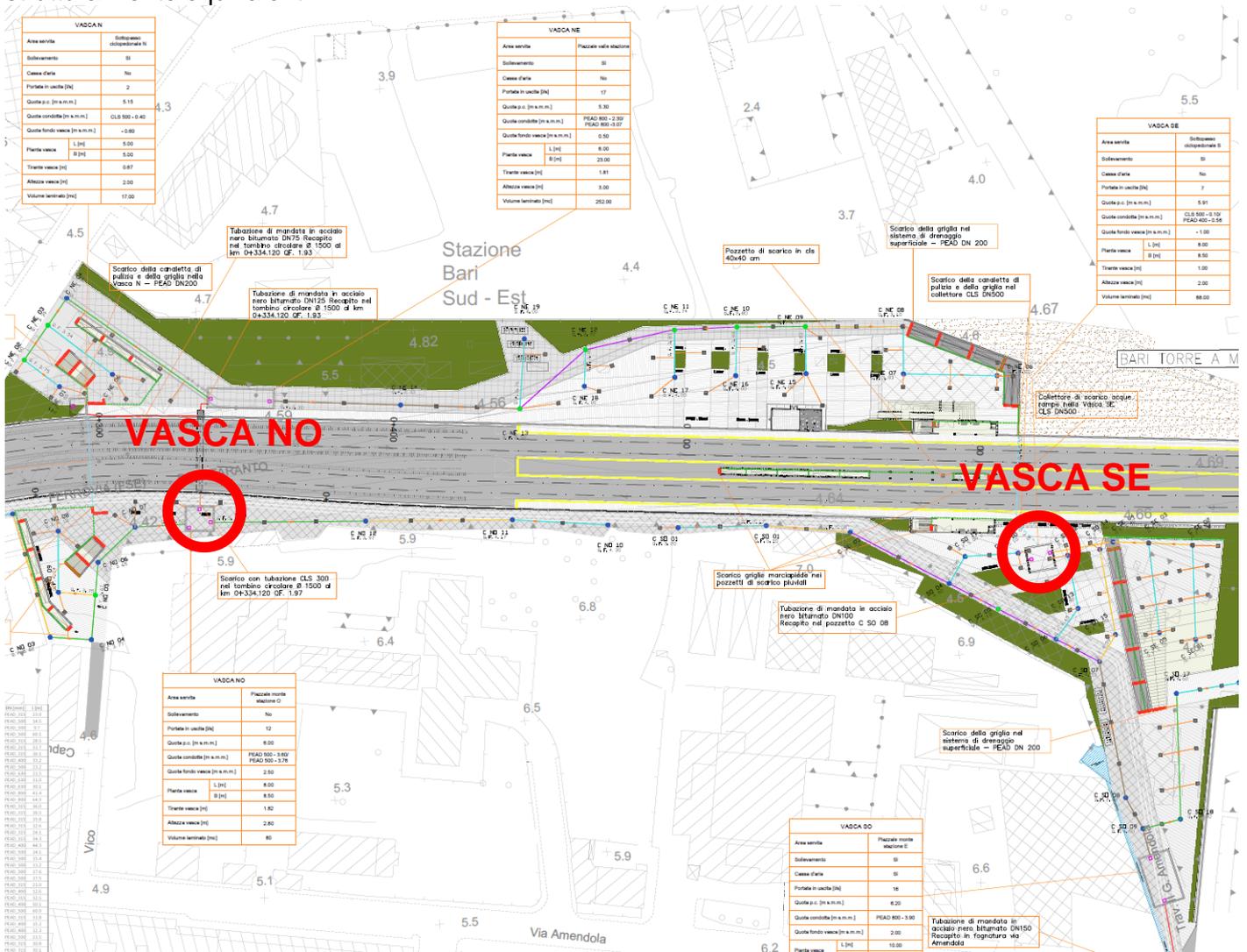
8.2	VERIFICHE .....	44
8.2.1	Soletta Superiore .....	44
8.2.2	Soletta di Fondazione .....	48
8.2.3	Piedritti .....	50
8.3	Armature .....	59
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>60</b>
9.1	VERIFICA A CARICO LIMITE.....	60
9.2	Verifica dei cedimenti.....	62

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> Mandataria: <b>RPA srl</b> Mandante: <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IA3S</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SN0100 002</b>	<b>REV.</b> <b>D</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 DI 62</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto esecutivo della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare, prevista nell'ambito del riassetto del Nodo di Bari – Tratta a Sud di Bari.

Le opere oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientrano fra quelle inserite nella definizione della planimetria idraulica relativa alla Fermata CAMPUS, di cui si riporta un'immagine di inquadramento generale in cui sono indicati i diversi impianti di sollevamento. Sebbene la presente relazione tratti nello specifico la vasca SE, può ritenersi valida anche per la vasca NO, dal momento che le due vasche risultano strutturalmente equivalenti.



**Figura 1 – Pianta di inquadramento**

In particolare, la presente relazione è incentrata sull'analisi e sulle verifiche strutturali e geotecniche della VASCA SE. L'opera è costituita da una struttura scatolare pluriconnessa con altezza netta pari a 6.00 m e base pari a 9.20x9.20m. All'interno della struttura sono presenti, in posizione centrale rispetto alla sezione trasversale dei setti. Gli elementi strutturali fondazione, piedritti e soletta superiore hanno tutti uno spessore

APPALTATORE:  
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
 GENERALI s.r.l.**

**RIASSETTO NODO DI BARI**

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

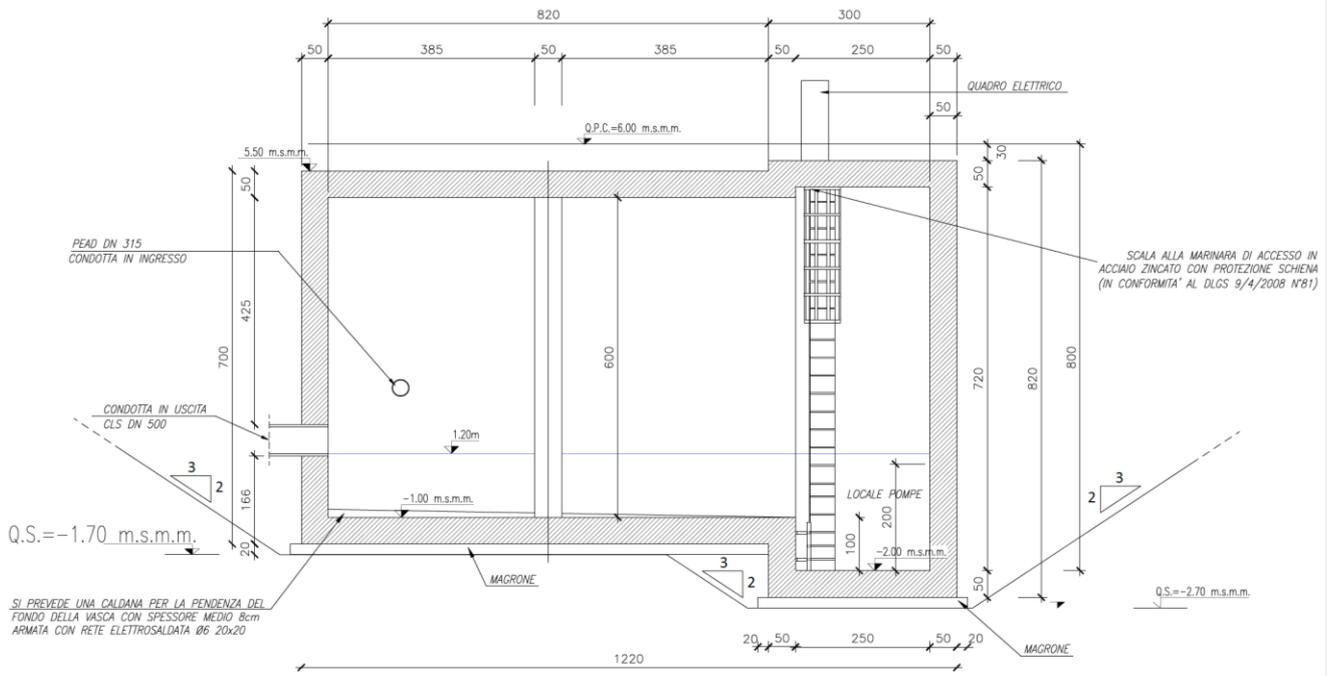
**HUB  
 Engineering**

PROGETTO ESECUTIVO:

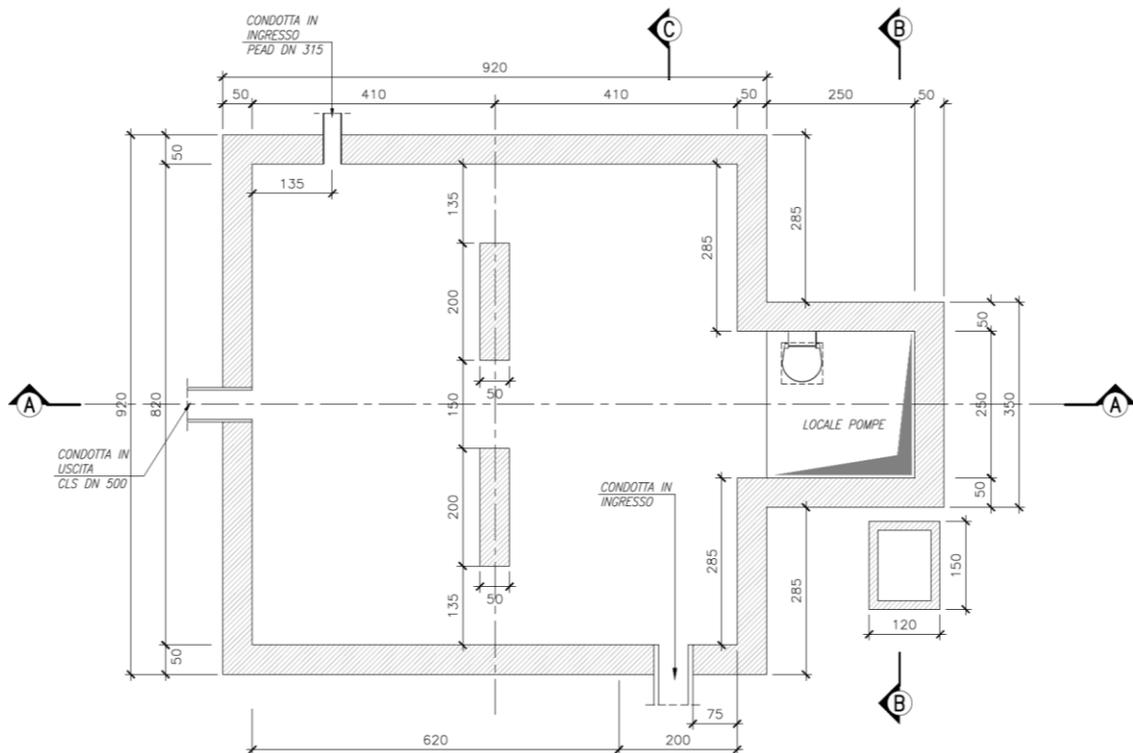
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	5 DI 62

**Relazione di calcolo vasca SE - Campus**

di 0.50 m. I setti centrali hanno spessore pari a 0.50 m. Le dimensioni interne dello scatolare sono quindi rispettivamente pari a 8.20x8.20x6.00 m<sup>3</sup>.



**Figura 2 – Sezione trasversale**



**Figura 3 – Pianta**



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	7 DI 62

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

- Legge 5-1-1971 n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- D.M. 14 gennaio 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);*
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- UNI EN 1992-1-1 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo;*
- UNI EN 206-1-2016 - *Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità.*
- Regolamento della Commissione Europea N.1299/2014 del 18 novembre 2014 - *Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.*
- Regolamento di esecuzione della Commissione Europea N.2019/776 del 16 novembre 2019 - *Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.*

Si riporta, ora, l'elenco delle norme tecniche, delle circolari e delle istruzioni RFI (Rete Ferroviaria Italiana) delle quali si è tenuto conto:

- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A – *Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra;*
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – *Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 003 A – *Specifiche per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 004 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A – *Specifiche per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia.*

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>8 DI 62</b>

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per quanto concerne i materiali impiegati, si è scelto di usare un calcestruzzo di classe C32/40 e un acciaio per barre di armatura B450C.

#### 3.1 CALCESTRUZZO C32/40

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici e cubici, espressa in MPa. Alla tabella 4.1.1 delle NTC sono riportate le classi di resistenza. Per l'opera strutturale in esame, come detto, si utilizza calcestruzzo C32/40. Con riferimento alla normativa vigente si riportano le caratteristiche del materiale utilizzato.

[NTC – 4.1.2.1.1.1] La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  $f_{cd}$  è calcolata:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = \frac{32 \cdot 0.85}{1.5} = 18.13 \text{ MPa}$$

dove:

- $\alpha_{cc}$  è il coefficiente che tiene conto degli effetti di lunga durata sulla resistenza a compressione, pari a 0.85;
- $\gamma_c$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1.5;
- $f_{ck}$  è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

[NTC – 11.2.10.3] Per modulo elastico del calcestruzzo, in sede di progettazione, si può assumere:

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 22000 \cdot \left[ \frac{40.00}{10} \right]^{0.3} = 33345.76 \text{ MPa}$$

dove  $f_{cm}$  è il valore medio della resistenza cilindrica, calcolato come segue:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32 + 8 = 40 \text{ MPa}$$

[NTC – 4.1.2.1.1.2] La resistenza di calcolo a trazione  $f_{ctd}$  è definita come:

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} = 1.41 \text{ MPa}$$

dove [NTC – 11.2.10.2]:

- $f_{ctk}$  è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo;
- $f_{ctm}$  è la resistenza media a trazione semplice (assiale) per classi inferiori o uguali a C50/60.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 3.02 \text{ MPa}$$

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base alla resistenza di calcolo  $f_{cd}$  ed alla deformazione ultima  $\varepsilon_{cu}$ . Nella seguente figura sono riportati i diagrammi di calcolo  $\sigma$ - $\varepsilon$ .



<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI</b> <b>GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB</b> <span style="margin-left: 200px;"><b>Engineering</b></span>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA</b> <b>BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>10 DI 62</b>

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio  $\sigma_s$  deve rispettare la seguente limitazione [NTC – 4.1.2.2.5.2]:

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara).}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 11 DI 62

#### 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia ed i parametri geotecnici sono stati ricavati dalla relazione geotecnica a cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio. La zona geotecnica è caratterizzata da rocce calcaree; in particolare il terreno di fondazione è costituito essenzialmente da Calcere di Bari. I parametri geotecnici assunti in fase di progetto, in via cautelativa, sono:

Tipo	Caratteristiche dei terreni					
	s	$\gamma$	c	$\varphi$	$k_0$	E
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[°]	[°]	[MPa]
Ricoprimento	4.4	20	0	35	0.426	-
Rinfianco	3.0	20	0	35	0.426	-
Base	-	24	0.02	36	0.412	1000

**Tabella 1 – Parametri geotecnici**

Il regime delle spinte presenti sull'opera non è influenzato dalla falda.

#### 4.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Nel presente paragrafo sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Il terreno di base è stato modellato come un mezzo elastico omogeneo a cui si è assegnata un'apposita costante di sottofondo. Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot \frac{(q - \sigma_{v0})(1 - \nu^2)}{E}$$

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles (1960):

$$c_t = 0.853 + 0.534 \cdot \ln(L/B) \text{ per fondazione rettangolare con } L/B \leq 10$$

$$c_t = 2 + 0.0089(L/B) \text{ per fondazione rettangolare con } L/B > 10$$

- $L$  = lato maggiore della fondazione;
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);
- $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante l'opera

Il valore della costante di sottofondo  $k_w$  è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Il valore di  $k_w$  da utilizzare nelle analisi per il dimensionamento dell'opera può essere determinato considerando che i carichi applicati alla struttura sono di natura impulsiva e di breve durata; la risposta del terreno di fondazione in condizioni dinamiche è notevolmente più rigida rispetto a quella usualmente



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	13 DI 62

## 5 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo con le norme vigenti [NTC – 3.2]. Secondo tali norme, l'entità dell'azione sismica è innanzitutto funzione della sismicità dell'area in cui viene costruita l'opera e del periodo di ritorno dell'azione sismica.

L'opera viene progettata in funzione di una vita nominale pari a 75 anni [NTC – 2.4.1] relativa a “opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” e rientra nella classe d'uso III [NTC – 2.4.2] relativa a “costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi”. Moltiplicando la vita nominale per il coefficiente di classe d'uso [definito in NTC – Tabella 2.4.II] si valuta il periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 75 \cdot 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

In funzione dello stato limite rispetto al quale viene verificata l'opera, si definisce una probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento. Per il progetto dell'opera in esame si farà essenzialmente riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), a cui è associata una  $P_{VR}$  pari al 10% [NTC – Tabella 3.2.I]. Nota la probabilità di superamento nel periodo di riferimento è possibile valutare il periodo di ritorno  $T_R$ , come previsto nell'allegato A alle norme tecniche per le costruzioni, secondo la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{112.5}{\ln(1 - 0.10)} = 1068 \text{ anni}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica [NTC – 7.11.6.2.1] in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ , dipendente dall'accelerazione massima al sito  $a_g$  in condizioni rocciose e topografia orizzontale; tale parametro è uno dei tre indicatori che caratterizza la pericolosità sismica del sito ed è tanto più alto tanto più è ampio il periodo di ritorno al quale si riferisce. Nel caso in esame, risulta:

$$a_g = 0.092 g$$

[NTC – 3.2.2] Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione dei categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento. Nel caso in esame, la categoria di suolo di fondazione è stata definita sulla base della conoscenza di  $V_{s,30}$ , ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche. In particolare, nel caso in esame si considera una categoria di suolo di tipo A: “Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori ad 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.” Per quanto riguarda le condizioni topografiche, si può far riferimento ad una superficie pianeggiante (categoria T1). In definitiva, il sito in esame non è caratterizzato da amplificazioni stratigrafiche e/o topografiche e per tale motivo, in fase di progetto, i coefficienti stratigrafico e topografico previsti dalla norma possono essere considerati unitari [NTC – Tabelle 3.2.V e 3.2.VI]:

$$S_S = 1.0$$

$$S_T = 1.0$$

APPALTATORE:  
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
 GENERALI s.r.l.**

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

**HUB  
 Engineering**

PROGETTO ESECUTIVO:

**Relazione di calcolo vasca SE - Campus**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	14 DI 62

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 16.852      LATTITUDINE: 41.1187

Ricerca per comune

REGIONE: Puglia      PROVINCIA: Bari      COMUNE: Bari

Elaborazioni grafiche  
 Grafici spettri di risposta | Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$ : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$ : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$ : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$ : info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
SLD - $P_{VR} = 63\%$	113

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Elaborazioni  
 Grafici parametri azione | Grafici spettri di risposta | Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO  
 ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie  
 .....□..... Strategia scelta

INTRO      FASE 1      **FASE 2**      FASE 3

APPALTATORE:  
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
 GENERALI s.r.l.**

**RIASSETTO NODO DI BARI**

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

**HUB  
 Engineering**

PROGETTO ESECUTIVO:

**Relazione di calcolo vasca SE - Campus**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	15 DI 62

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica**  
 Categoria di sottosuolo: **A** info  
 Categoria topografica: **T1** info  
 $S_S = 1.000$   $C_C = 1.000$  info  
 $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$ : **1**  $\eta = 1/q = 1.000$  info

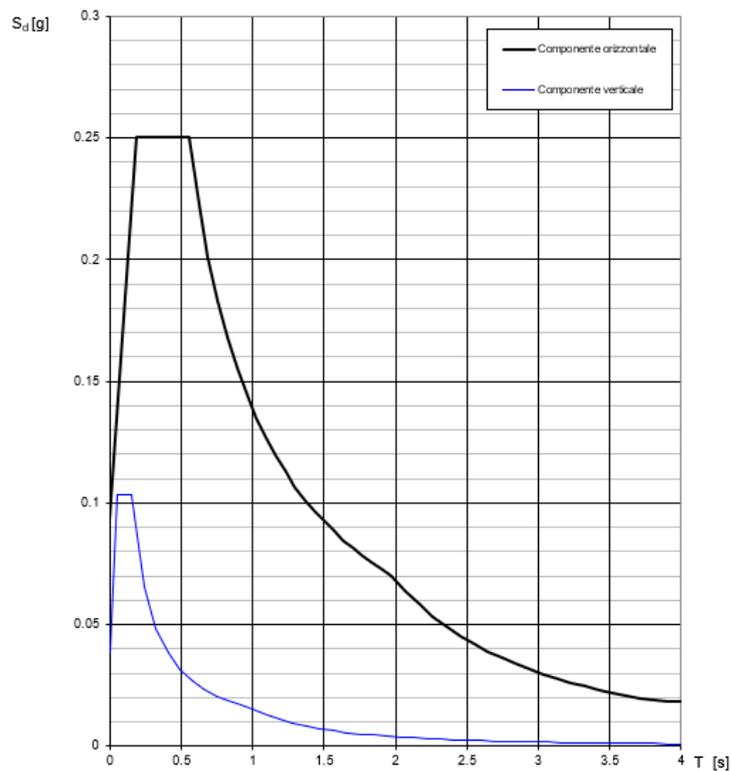
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

HUB  
Engineering

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	16 DI 62

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.093 g
$F_0$	2.698
$T_C$	0.552 s
$S_s$	1.000
$C_C$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.093
$T_B$ ←	0.184	0.251
$T_C$ ←	0.552	0.251
	0.620	0.223
	0.688	0.201
	0.755	0.183
	0.823	0.168
	0.890	0.155
	0.958	0.145
	1.025	0.135
	1.093	0.127
	1.161	0.119
	1.228	0.113
	1.296	0.107
	1.363	0.102
	1.431	0.097
	1.498	0.092
	1.566	0.088
	1.634	0.085
	1.701	0.081
	1.769	0.078
	1.836	0.075
	1.904	0.073
$T_D$ ←	1.972	0.070
	2.068	0.064
	2.165	0.058
	2.261	0.053
	2.358	0.049
	2.454	0.045
	2.551	0.042
	2.648	0.039
	2.744	0.036
	2.841	0.034
	2.937	0.032
	3.034	0.030
	3.131	0.028
	3.227	0.026
	3.324	0.025
	3.420	0.023
	3.517	0.022
	3.614	0.021
	3.710	0.020
	3.807	0.019
	3.903	0.019
	4.000	0.019

#### Parametri dipendenti

S	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.184 s
$T_C$	0.552 s
$T_D$	1.972 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

HUB  
Engineering

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	17 DI 62

### Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato lin\$LV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
$a_{gv}$	0.038 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

#### Parametri dipendenti

$F_v$	1.110
$S$	1.000
$\eta$	1.000

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.038
$T_B$ ←	0.050	0.103
$T_C$ ←	0.150	0.103
	0.235	0.068
	0.320	0.048
	0.405	0.038
	0.490	0.032
	0.575	0.027
	0.660	0.023
	0.745	0.021
	0.830	0.019
	0.915	0.017
$T_D$ ←	1.000	0.015
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.009
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.006
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	18 DI 62

## 6 MODELLO DI CALCOLO

### 6.1 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 – 10.2

Le analisi della struttura sono state condotte mediante un modello di calcolo implementato in IperSpaceBIM 5.0.0 della *Soft.Lab srl*. Prima di procedere all'analisi del modello si rilasciano le dichiarazioni previste dalle NTC al paragrafo 10.2.

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	SOFT.LAB srl via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	IperSpaceBIM 5.0.0
Licenza n.	Concesso in licenza a GROMA SRLS GROMA SRLS codice utente C0093905

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare.

Il modello di calcolo è definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell, a comportamento sia flessionale che membranale; l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al suo piano.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica.

Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del MASTER-SLAVE, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi; la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non condizionare in modo errato la matrice di rigidezza della struttura.

Qualora una maglia di travi non sia collegata da solai, lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi; la rigidezza flessionale delle travi è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati; pertanto, non è necessario definire preventivamente il centro di massa e momento d'inerzia delle masse poiché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo.

Il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questo richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme. Il codice di calcolo, infatti, considera i carichi presenti sull'asta, che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + y2Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali; tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  forniscono il contributo dell'elemento alla determinazione della massa del nodo e, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo, si ottiene la massa complessiva.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	19 DI 62

Per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza: in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $1/3$  oppure  $1/4$  del peso dell'elemento shell e  $1/3$  oppure  $1/4$  dell'eventuale carico variabile ridotto; sommando i contributi di tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare a quest'ultimo.

### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il software tiene conto del vincolo esercitato dal terreno di fondazione e di rinfiacco, modellato con molle di rigidezza pari alla costante di sottofondo. Le azioni rappresentate dalle spinte del terreno ai lati dello scatolare sono valutate automaticamente dal programma di calcolo.

### Strategia di soluzione

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene modellata mediante l'utilizzo di elementi plate, vincolata da un letto di molle alla Winkler e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM).

Il terreno di rinfiacco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	20 DI 62

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

## 6.2 CONDIZIONI DI CARICO

Di seguito sono riportate le condizioni di carico elementari utilizzate ai fini delle combinazioni di carico impiegate per le verifiche di resistenza.

### 6.2.1 *Peso proprio della struttura (DEAD)*

Il peso proprio della struttura è calcolato, in automatico, dal programma di calcolo.

Elemento	Spessore	Peso
Soletta di copertura	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>
Piedritti destro e sinistro	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>
Setti centrali	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>
Soletta di fondazione	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>

Tabella 3 – Peso proprio degli elementi strutturali

### 6.2.2 *Carichi permanenti portati (PERM)*

Il peso del materiale di ricoprimento viene assunto pari a 20KN/m<sup>3</sup> con un'altezza di ricoprimento pari a 0.60m

$$\text{Carichi permanenti portati} = \text{PERM} = 12.00 \text{ KN/m}^2$$

In più viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi tra la soletta superiore e i piedritti, il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

### 6.2.3 *Carichi mobili ferroviari*

I carichi ferroviari non incidono sull'opera in esame. Si è opportunamente verificato che la diffusione dei carichi verticali all'interno del ballast, dell'armamento ferroviario e del terreno di ricoprimento e di rinfiaccio è tale da non influenzare il comportamento dell'opera in esame.

### 6.2.4 *Sovraccarichi accidentali (Qk)*

La vasca è posizionata al di sotto del piazzale della stazione ferroviaria, per la quale sono previsti percorsi ciclabili e pedonali. Cautelativamente, si è quindi considerato un sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m<sup>2</sup> agente sul piano campagna.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	21 DI 62

Sovraccarichi Accidentali  $Q_k = 20.00 \text{ KN/m}^2$

### 6.2.5 Spinta a riposo del terreno sui piedritti (SPRTP-DX/SPRTP-SX)

Per le combinazioni di carico non sismiche, si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione (Jaky, 1948):

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 35^\circ = 0.426$$

dove  $\varphi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$ , e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono:

Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	=	0.426	
Pressione estradosso soletta superiore	P1	=	23.86	KN/m
Pressione in asse soletta superiore	P2	=	27.27	KN/m
Pressione in asse soletta inferiore	P3	=	44.30	KN/m
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	=	47.75	KN/m

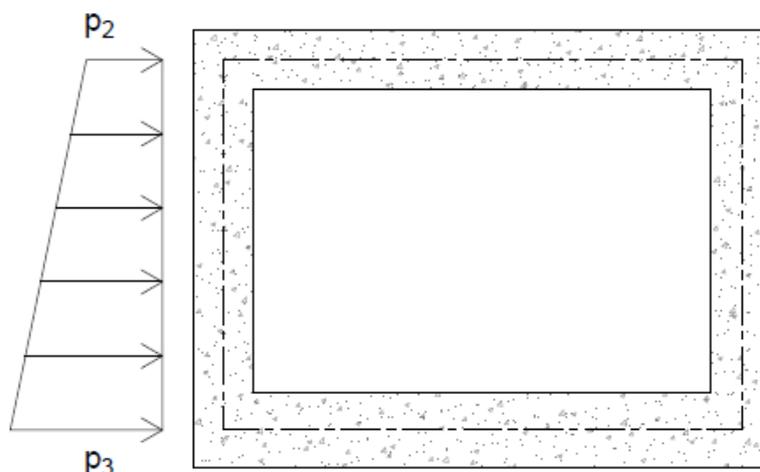


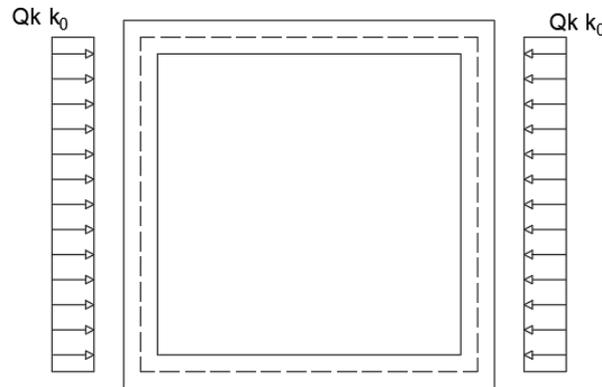
Figura. Spinte del terreno.

### 6.2.6 Spinta a riposo da sovraccarichi (SPRQP-DX/SPRQP-SX)

Nel caso in esame, la spinta dovuta ai sovraccarichi è valutata nel seguito considerando i carichi applicati sulla superficie esterna del terreno di ricoprimento:

Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	=	0.426	
Pressione in asse soletta superiore	Q1	=	8.52	KN/m <sup>2</sup>
Pressione in asse soletta inferiore	Q2	=	8.52	KN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	22 DI 62



### 6.2.7 Variazioni di temperatura (TERM)

[NTC – 5.2.2.5.2] Le variazioni termiche uniformi, in mancanza di studi approfonditi, per strutture in calcestruzzo sono da assumersi pari a:

$$\Delta T = \pm 15^{\circ}C$$

Essendo essa rappresentativa di una variazione termica stagionale, ossia legata ad un fenomeno lento, è stato considerato che questa avvenga su una struttura caratterizzata da un modulo di elasticità dimezzato [NTC – 4.1.1.1], ovvero corrisponda ad una variazione termica di  $\pm 7.5^{\circ}C$ .

In aggiunta alla variazione termica uniforme, nel caso di impalcati a cassone in calcestruzzo, andrà considerata una differenza di temperatura di  $5^{\circ}C$  con andamento lineare nello spessore delle pareti e nei due casi di temperatura interna maggiore/minore dell'esterna. Al fine di contemplare l'alternanza caldo fuori/freddo dentro e viceversa, dette condizioni sono state introdotte nel modello di calcolo con segno alterno. Le variazioni termiche sono state considerate come azioni di tipo variabile.

### 6.2.8 Ritiro (RIT)

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

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente di entità pari a:

$$\Delta T_{ritiro} = -10.67^{\circ}C$$

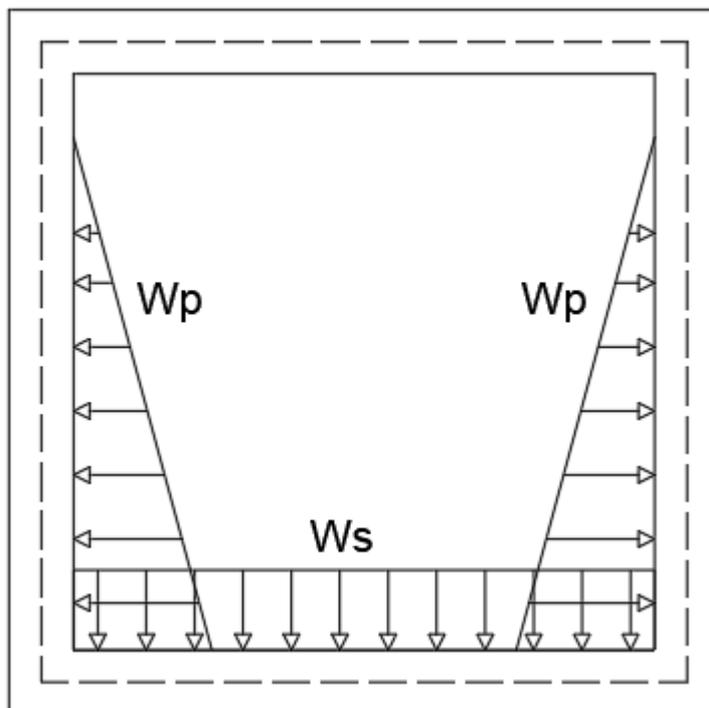
L'azione del ritiro, così come prescritto dalla normativa, rientra tra quelle che sono le azioni permanenti (G) applicate sulla struttura.

### 6.2.9 Spinta acqua (SPWP/SPWSF)

Nel caso in esame, la spinta dovuta all'acqua nella vasca a pieno carico ovvero con un'altezza pari a 4.00m è valutata nel seguito, considerando un peso del liquido pari a  $10.00 \text{ KN/m}^3$

Pressione sul piedritto	Wp	=	20.00	KN/m
Pressione sulla soletta di fondazione	Ws	=	20.00	KN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>          </u> Mandante: <u>          </u> <b>RPA srl                      Technital SpA                      HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>23 DI 62</b>



### 6.2.10 Spinta in presenza di sisma - Metodo di Wood (Sisma H, Sisma V, SPSHT-DX/SPSHT-SX)

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Wood. La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente: detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

dove, in assenza di falda:

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ . Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = A \cdot S' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale:

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cdot \cos\theta}$$

Il calcolo della spinta in condizioni sismiche è stato effettuato con la formula di Wood, generalmente adoperato in caso di pareti rigide e terreno lontano da condizioni limite. Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno, da applicare a metà altezza del muro, può essere calcolato come:

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>24 DI 62</b>

$$\Delta S_E = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot H^2$$

in cui in assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

- $a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$
- $S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica, rispettivamente attraverso i coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  valutati, nel caso in esame, al paragrafo 5 della presente relazione;
- $H$  è l'altezza sulla quale agisce la spinta.

Il software di calcolo valuta inoltre le forze di inerzia orizzontale e verticale secondo il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ , così come prescritto dalle norme nel paragrafo relativo al calcolo delle forze sismiche per i muri di sostegno [NTC – 7.11.6.2]. Le forze sismiche sono quindi ottenute come:

$$F_{i,h} = k_h \cdot W$$

$$F_{i,v} = \pm k_v \cdot W$$

essendo  $W$  il peso del muro, del terreno soprastante la zattera di fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi. Tali forze vengono applicate nel baricentro dei pesi.

Nelle verifiche allo SLU, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, espressa in  $m/s^2$ ;
- $g$  è l'accelerazione di gravità;
- $\beta_m$  è un coefficiente che, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, assume valore unitario.

Per quanto riguarda la determinazione dei pesi sismici (ossia le masse della struttura che, soggette ad accelerazioni del terremoto, generano le forze di inerzia sismiche), la normativa prescrive di determinarli sommando ai carichi permanenti  $G_1$  e  $G_2$  le azioni variabili  $Q_k$  ridotte mediante il coefficiente di combinazione dell'azione variabile  $\Psi_{2,i}$  che tiene conto della probabilità che tutti i carichi siano presenti sulla struttura in occasione del sisma. Il coefficiente  $\Psi_2$ , assume, nel caso di sovraccarichi ferroviari, valore pari a 0.20. Per gli altri sovraccarichi accidentali si è considerato un coefficiente pari a 0.60.

Calcolo delle azioni:

Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S$	=	1.00	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T$	=	1.00	
Accelerazione massima al suolo	$a_g$	=	0.093	g
Accelerazione massima al suolo	$a_{max}$	=	0.093	g
Coefficiente di riduzione	$\beta_m$	=	1.00	
Coefficiente di spinta sismica orizzontale	$k_h$	=	0.093	g
Coefficiente di spinta sismica verticale	$k_v$	=	0.046	g

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 25 DI 62

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

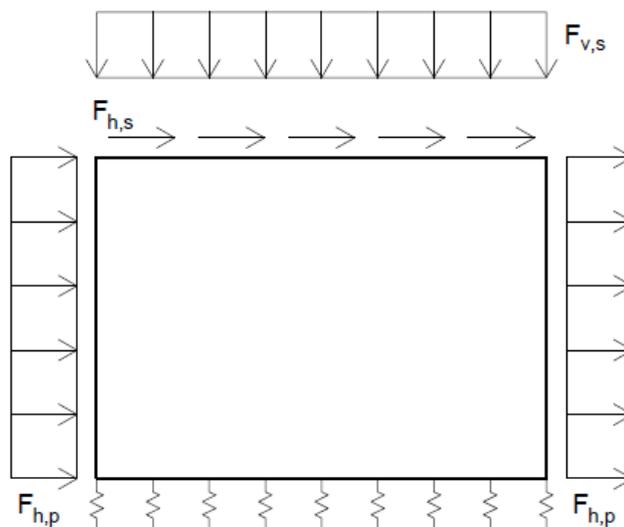
Peso sismico della soletta superiore	$G_{1,s}$	=	17.50	kN/m <sup>2</sup>
Peso sismico dei piedritti	$G_{1,p}$	=	17.50	kN/m <sup>2</sup>
Peso sismico associato al carico permanente	$G_2$	=	12.00	kN/m <sup>2</sup>
Peso sismico associato al sovraccarico	$Q_k$	=	20.00	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di combo sismica sovraccarico	$\psi_2$	=	0,60	

#### Sisma H

Forza d'inerzia orizzontale sulla soletta di copertura	$F_{h,s}$	=	3.86	kN/m <sup>2</sup>
Forza d'inerzia orizzontale sui piedritti	$F_{h,p}$	=	1.63	kN/m <sup>2</sup>

#### Sisma V

Forza d'inerzia verticale sulla soletta di copertura	$F_{v,s}$	=	1.91	kN/m <sup>2</sup>
--	-----------	---	------	-------------------



#### Spinta sismica terreno SPSHT-DX/SPSHT-SX

Sovrappinta sismica del terrapieno agente sui piedritti esterni	$\Delta S_E$	=	165,07	kN
Sovraccarico sismico del terrapieno agente sui piedritti esterni	$\Delta p_E$	=	3.07	kN/m <sup>2</sup>

### 6.3 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	27 DI 62

Legenda Nomenclatura Carichi	
DEAD	Peso Proprio della Struttura
PERM	Carico permanente
SPRTP-DX	Spinta a riposo Terreno sui piedritti di Destra
SPRTP-SX	Spinta a riposo Terreno sui piedritti di Sinistra
Qk	Accidentali
SPRQP-DX	Spinta a riposo Sovracarico sui piedritti di Destra
SPRQP-SX	Spinta a riposo Sovracarico sui piedritti di Sinistra
TERM	Variazione Termica
RIT	Ritiro sulla Soletta Superiore
SPWP	Spinta acqua sui piedritti
SPWSF	Peso acqua sulla Soletta di Fondazione
F <sub>h,p</sub>	Forza d'inerzia orizzontale sui piedritti
F <sub>h,s</sub>	Forza d'inerzia orizzontale sulla Soletta di Copertura
F <sub>v,s</sub>	Forza d'inerzia Verticale sulla Soletta di Copertura
SPSHT-DX	Sovraspinta sismica del terreno sui piedritti di Destra
SPSHT-SX	Sovraspinta sismica del terreno sui piedritti di Sinistra
Sisma H	Azione sismica orizzontale
Sisma V	Azione sismica verticale

LCB C Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor)

- 
- 1 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + Qk( 1.500) + SPRQP-DX( 1.500)  
+ SPRQP-SX( 1.500)
- 2 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + TERM( 1.500)
- 3 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + TERM(-1.500)
- 4 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + RIT( 1.500)
- 5 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + Qk( 1.500) + SPRQP-DX( 1.500)  
+ SPRQP-SX( 1.500) + TERM( 0.900)
- 6 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	28 DI 62

	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900)	
7	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	RIT( 0.900)	
8	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +	RIT( 0.900)
9	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +	RIT( 0.900)
10	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500)	
11	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500)	
12	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500) +	RIT( 0.900)
13	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500) +	RIT( 0.900)
14	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500) +	RIT( 0.900)
15	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500) +	RIT( 0.900)
16	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
	+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
	+	SPRQP-SX( 1.500) +	RIT( 1.500)	

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	29 DI 62

17	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
18	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
19	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
		+ SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
20	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
		+ SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
21	1	DEAD( 1.300) +	SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)
22	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500)	
23	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500)	
24	1	DEAD( 1.300) +	RIT( 1.500)	
25	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
26	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
27	1	DEAD( 1.300) +	RIT( 0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
28	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
29	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
30	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
31	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
32	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500) +	RIT( 0.900)
33	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500) +	RIT( 0.900)



<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>31 DI 62</b>

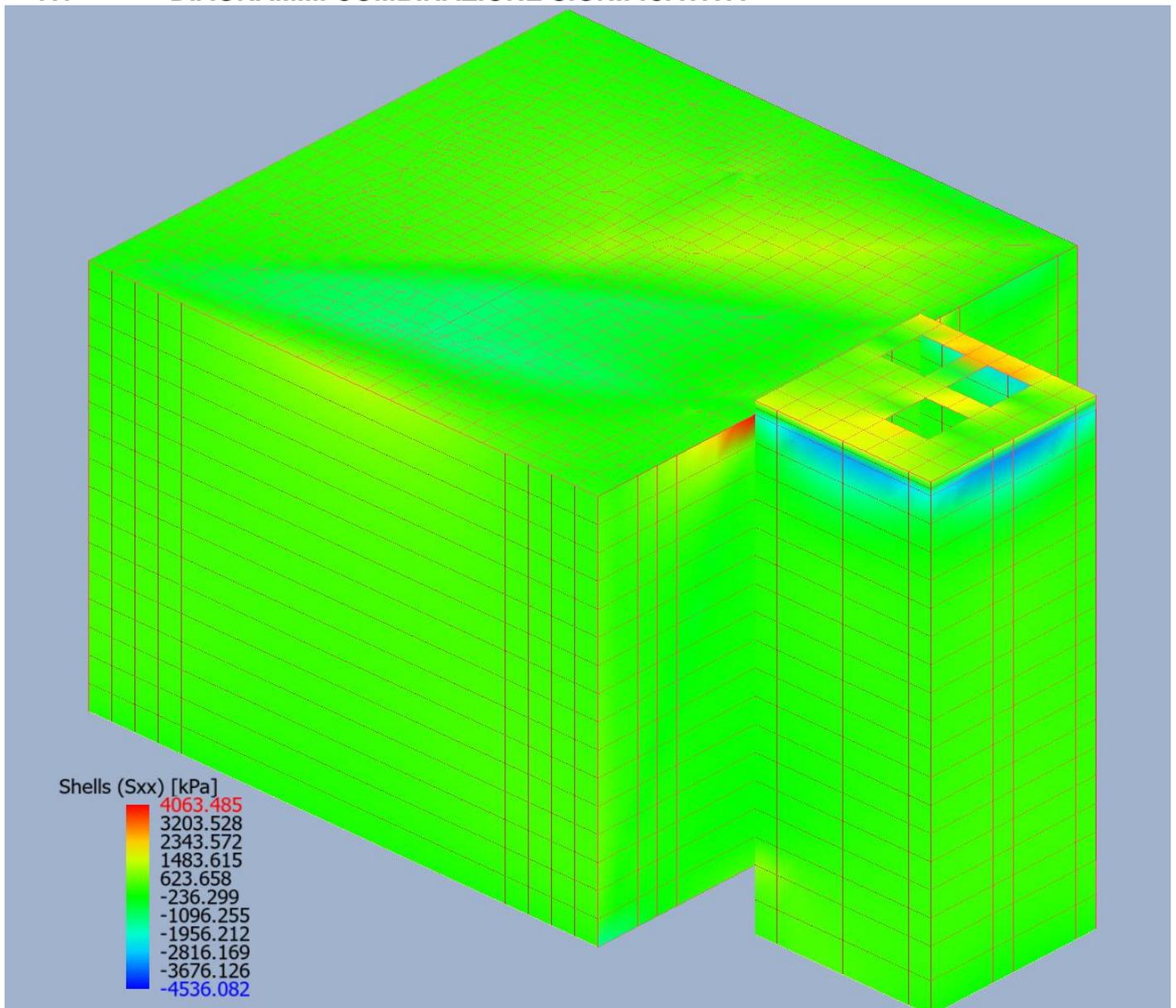
- + SPRQP-SX( 0.600) + Fh,p(-1.000) + Fh,s(-1.000)
  - + SPSHT-DX( 1.000) + Fv,s( 0.300)
-

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	32 DI 62

## 7 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Nei successivi paragrafi si riportano i diagrammi involuppo delle caratteristiche della sollecitazione interna.

### 7.1 DIAGRAMMI COMBINAZIONE SIGNIFICATIVA



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

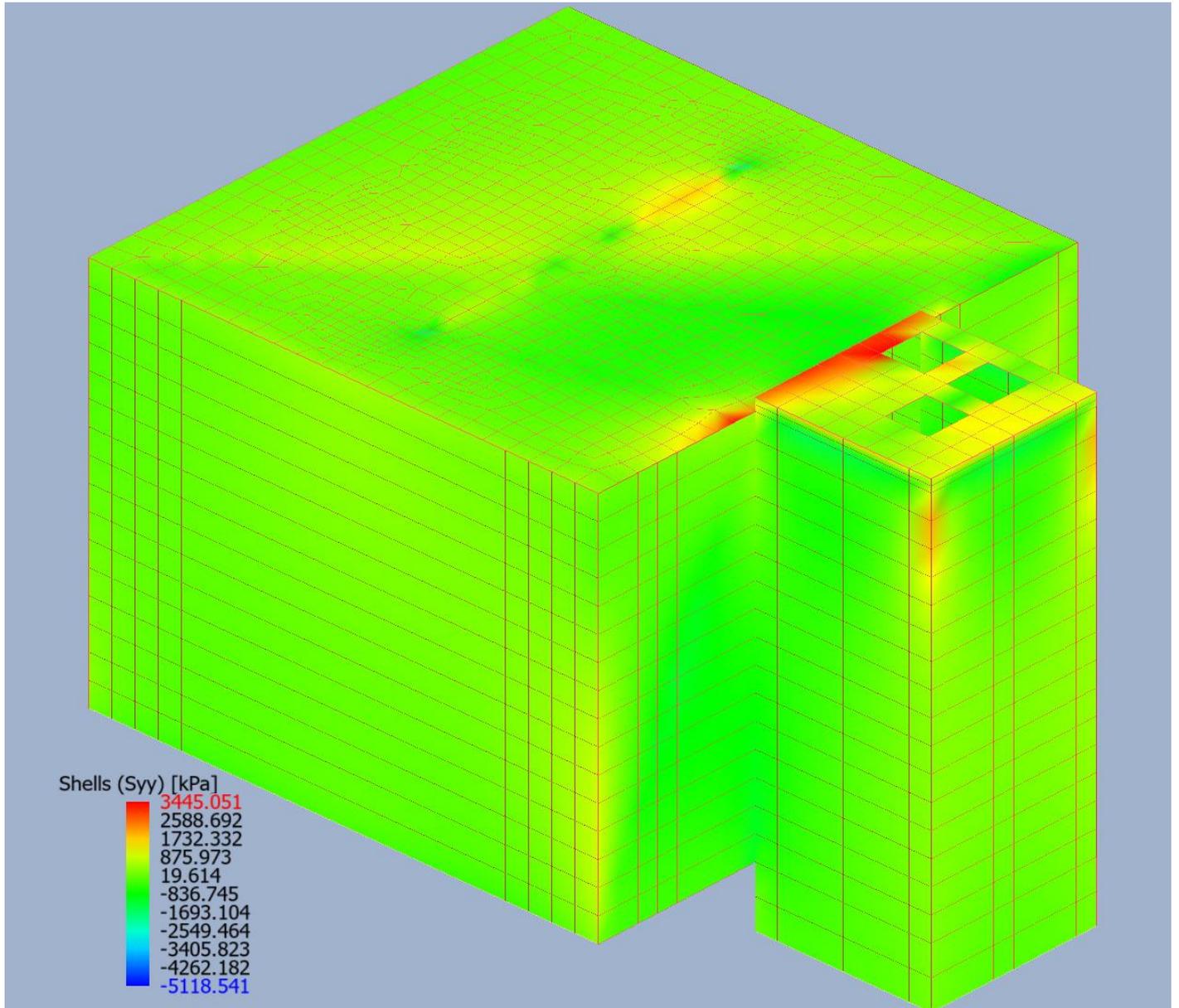
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	33 DI 62

Relazione di calcolo vasca SE - Campus



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

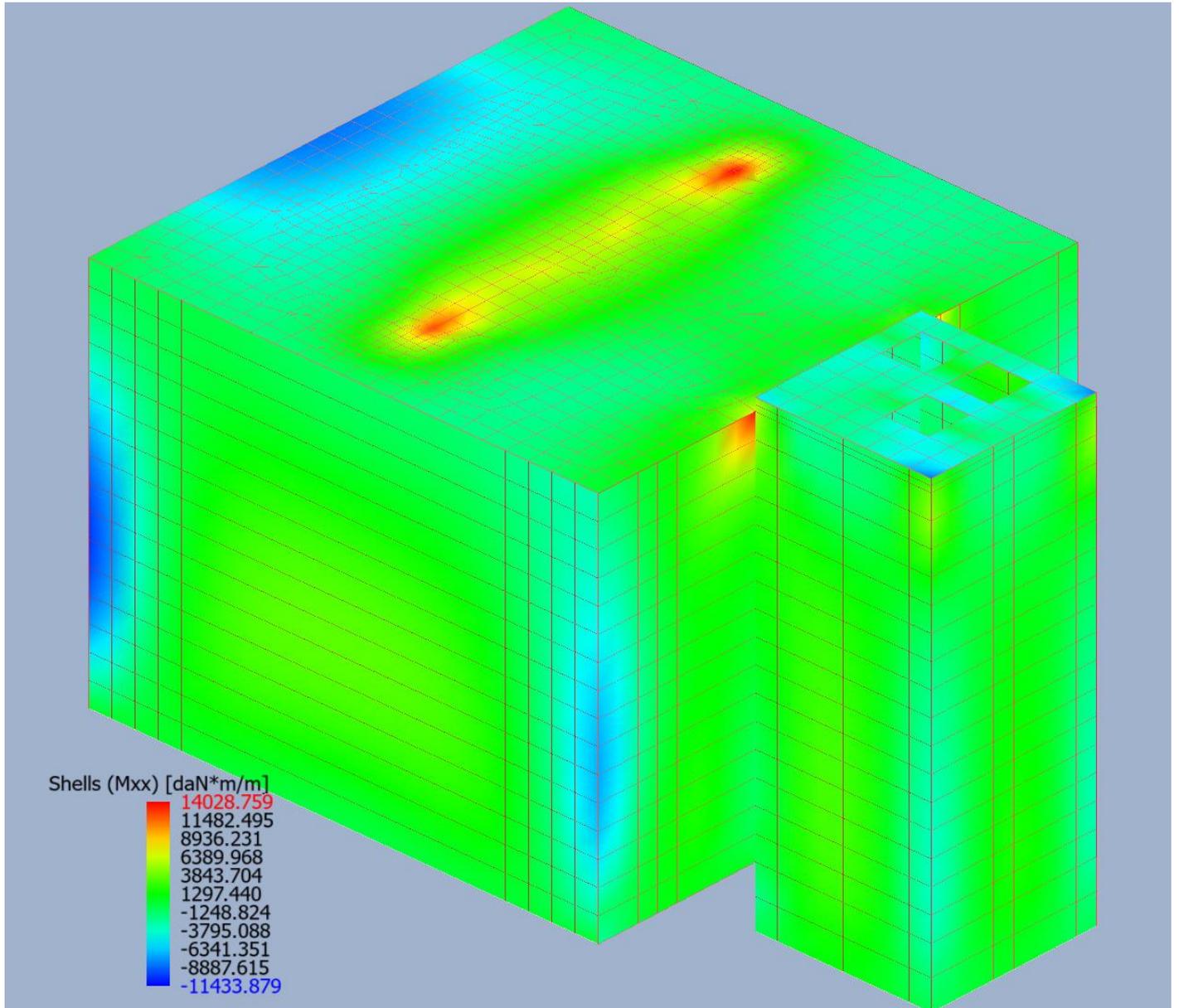
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	34 DI 62



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

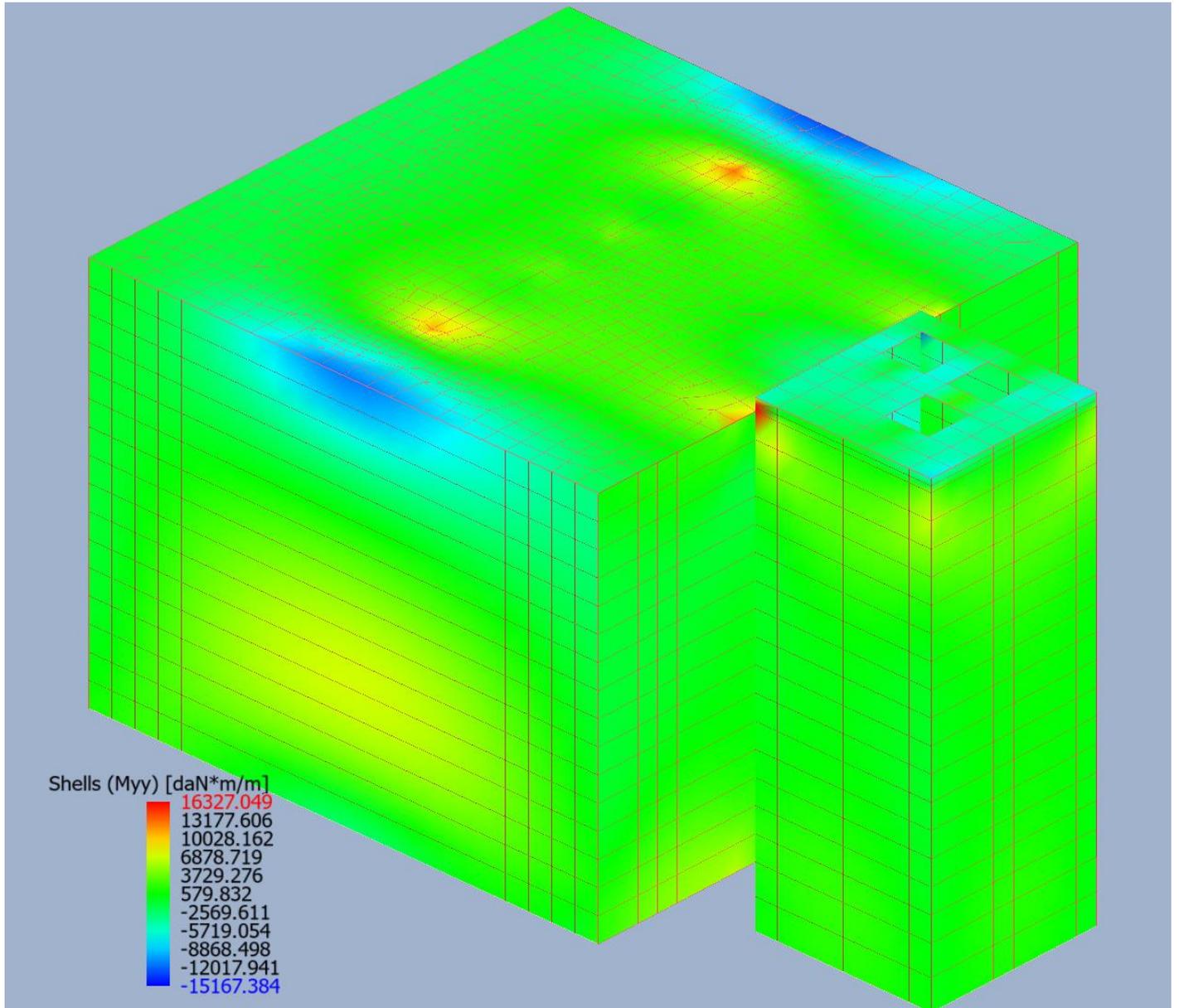
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	35 DI 62



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

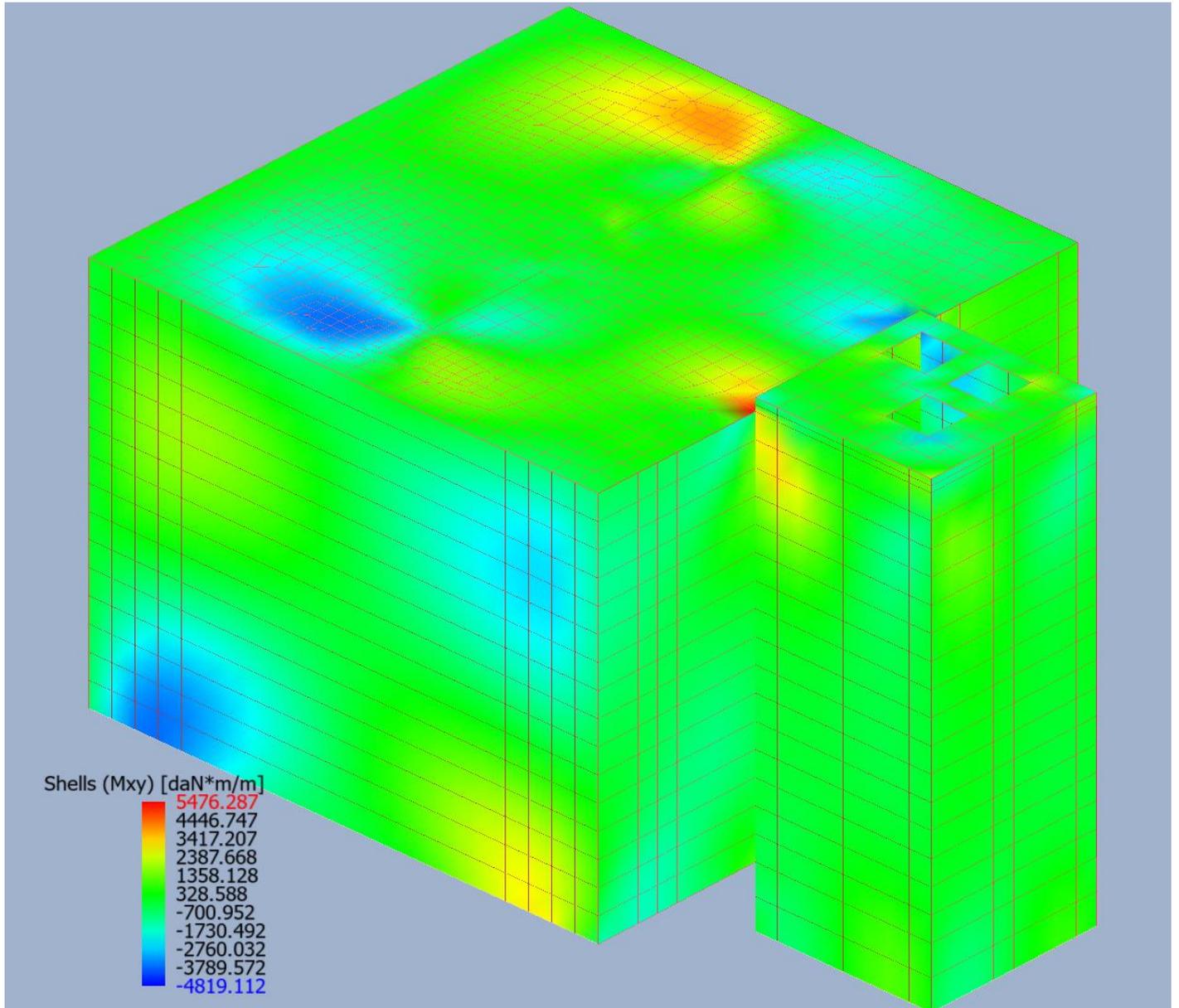
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	36 DI 62

Relazione di calcolo vasca SE - Campus



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

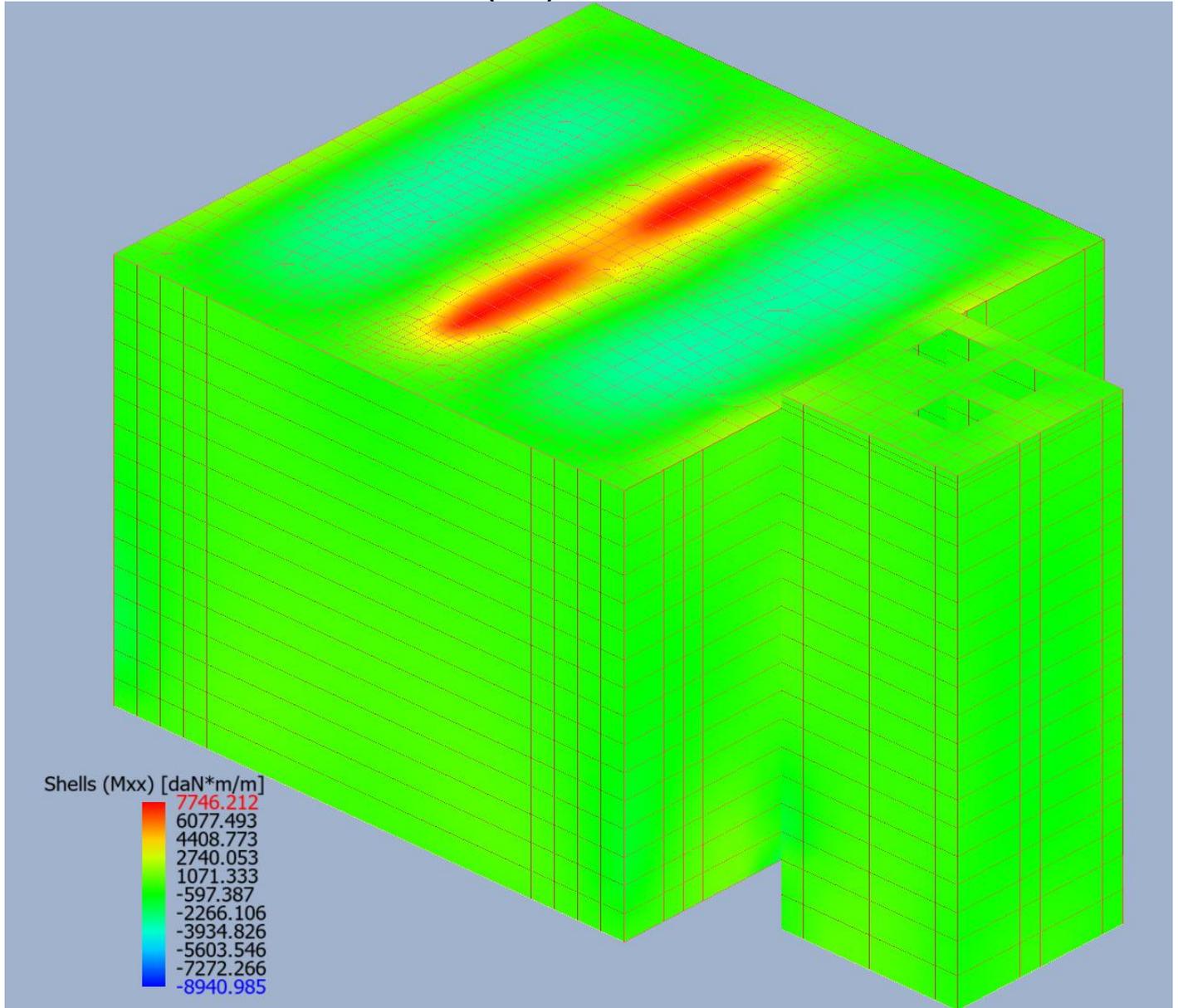
HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	37 DI 62

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

### 7.2 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLE)



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

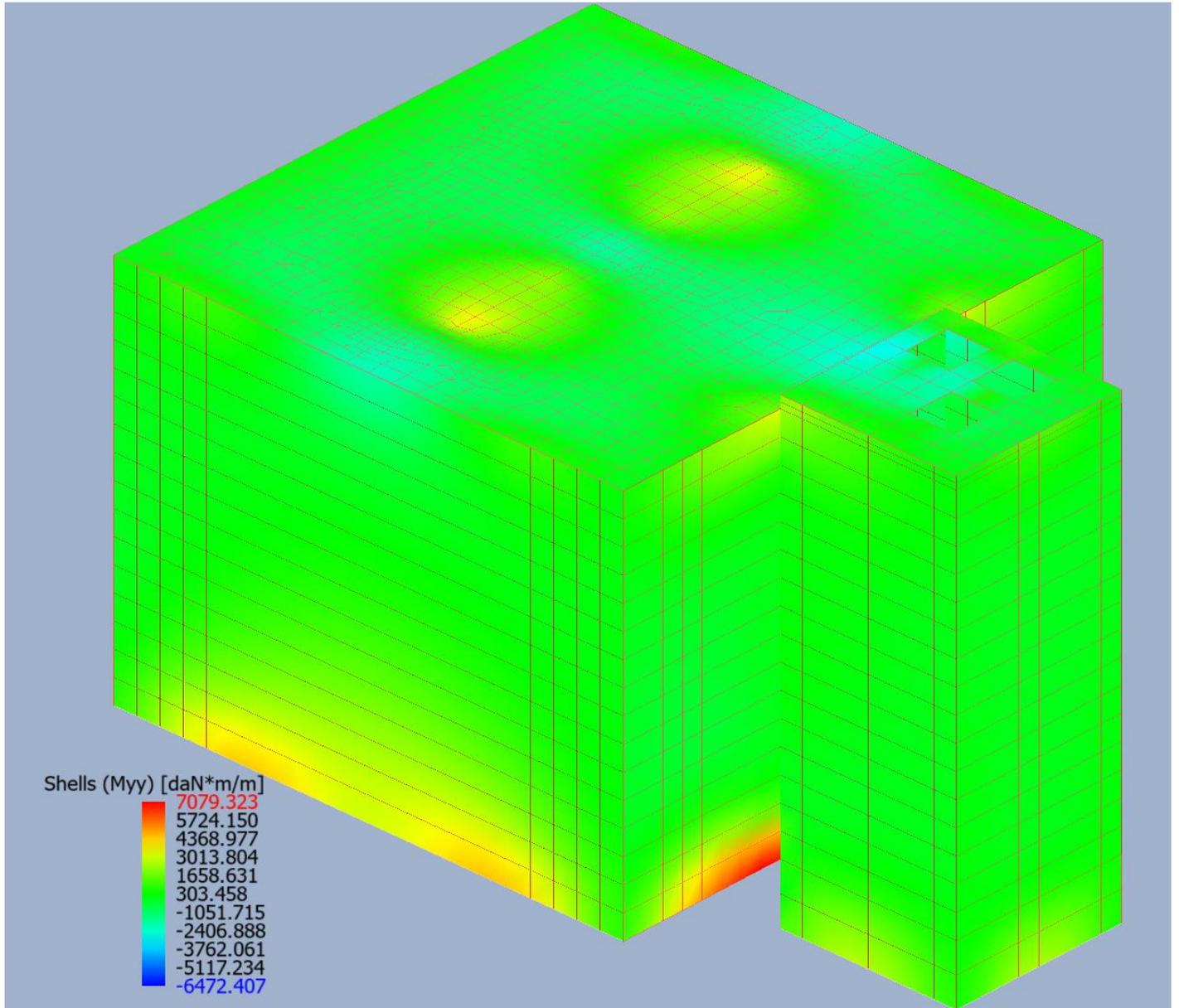
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	38 DI 62

Relazione di calcolo vasca SE - Campus



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

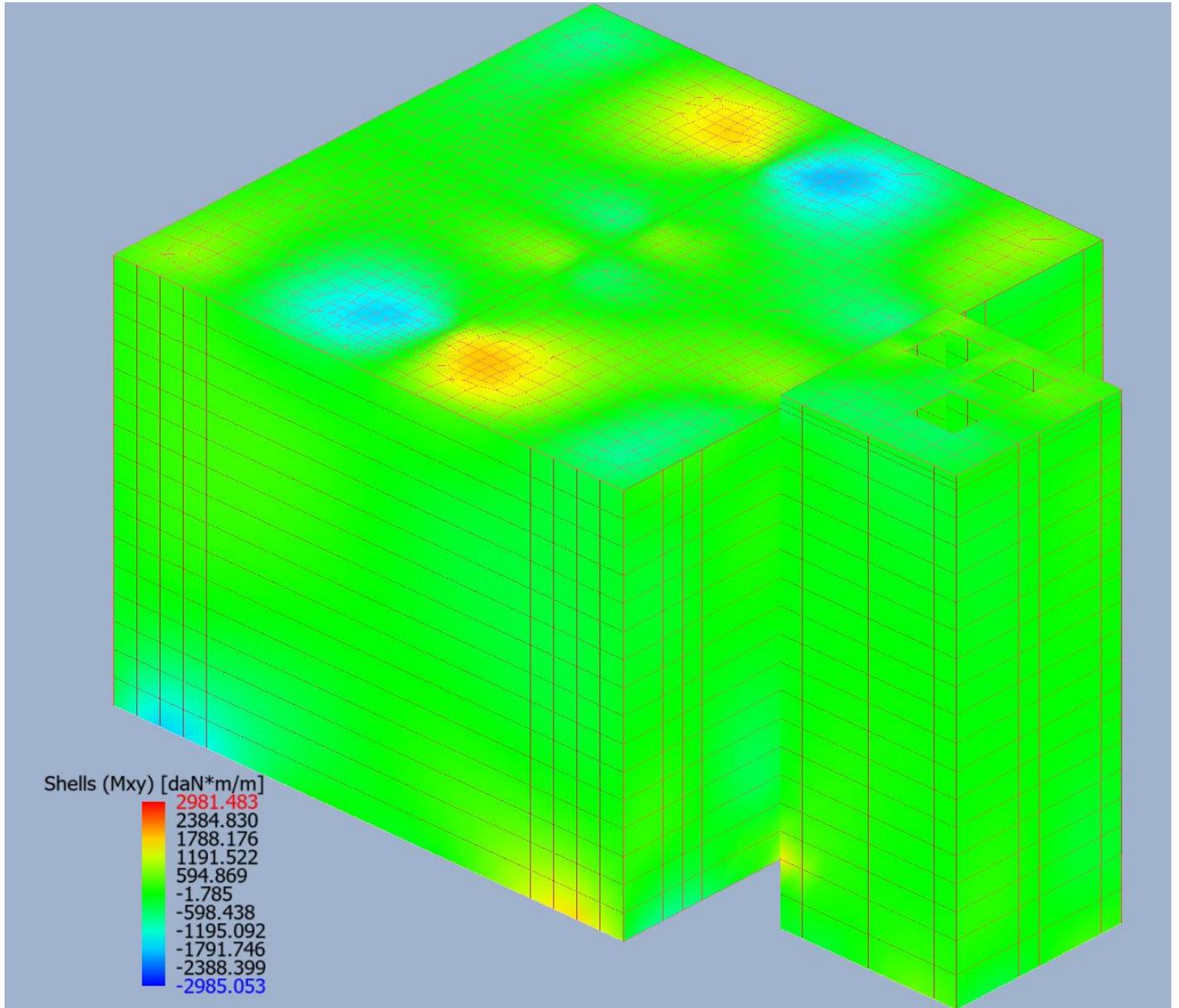
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca SE - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	39 DI 62



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>				
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. FOGGIO D 40 DI 62

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

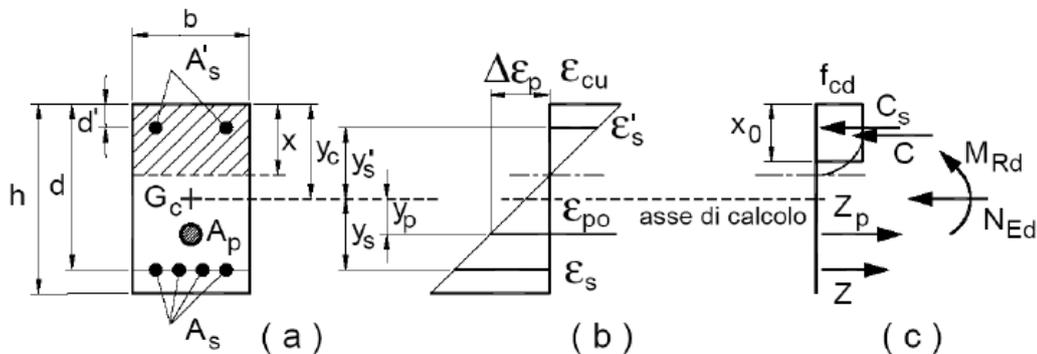
### 8.1 CRITERI GENERALI

#### 8.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali.

La verifica delle sezioni viene eseguita secondo il metodo degli stati limite basato sulle seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Calcestruzzo non resistente a trazione;
- Perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo.



**Figura 6. Schema per la valutazione della capacità resistente di una sezione presso-inflessa.**

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

- $M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;
- $N_{Ed}$  è il valore di calcolo della compressione assiale (sforzo normale) dell'azione;
- $M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione

#### 8.1.2 Verifiche a taglio

Per la verifica di resistenza allo SLU con riferimento alle sollecitazioni taglianti deve risultare:

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

In accordo con le NTC, il taglio  $V_{Ed}$  non dovrebbe essere pari a quello risultante dalle analisi in virtù del criterio di gerarchia delle resistenze tra elementi strutturali trasverso-piedritto (assimilabili a dei comuni elementi trave-pilastro). Tuttavia le sollecitazioni determinate in condizioni sismiche non sono dimensionanti per la struttura;

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	41 DI 62

questo vuol dire che la condizione per il calcolo del taglio sollecitante in condizioni di plasticizzazione alle estremità delle solette, non è rappresentativa per la struttura esaminata.

Nel caso in esame, dunque, il taglio  $V_{Ed}$  è pari ai massimi valori del taglio sollecitante derivante dall'analisi per i vari elementi strutturali. Per tutti gli elementi strutturali il massimo taglio si riscontra in corrispondenza della sezione di attacco tra l'elemento stesso e quello ad esso ortogonale.

[NTC – 4.1.2.1.3.1] La resistenza a taglio in assenza di armatura specifica risulta pari a:

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

dove:

- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) \leq 0.02$ ;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0.02 f_{cd}$ ;
- $d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

[NTC – 4.1.2.1.3.2] In presenza di armatura resistente a taglio, il taglio resistente  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ .

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

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

in cui:

- $d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).
- $A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;
- $s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;
- $f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima, pari a  $0.5f_{cd}$ ;
- $\alpha$  è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- $\theta$  è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa.

Le verifiche di resistenza delle sezioni maggiormente sollecitate sono state condotte con l'ausilio di un foglio di calcolo strutturato 'ad hoc' nel rispetto dei dettami normativi. A vantaggio di sicurezza si è assunto:

$$\text{ctg } \theta = 1 \Leftrightarrow \theta = 45^\circ$$

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria:            Mandante: <b>RPA srl                    Technital SpA                    HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	42 DI 62

L'armatura calcolata dovrà essere disposta per una lunghezza tale che il taglio sollecitante nell'ultima sezione armata risulti inferiore al taglio resistente in assenza di armatura a taglio, calcolato come sopra descritto per i vari elementi strutturali.

Per quanto riguarda la fondazione si posizionano ferri diagonali  $\phi 20/20$  nelle sezioni terminali. In particolare, tale armatura è necessaria per una lunghezza almeno pari a 30 cm a partire dal filo dei piedritti laterali (2 ordini di ferri diagonali,  $s = 41.5$  cm) e per almeno 90 cm a partire dal filo del setto centrale (3 ordini da entrambi i lati).

### 8.1.3 VERIFICHE ALLO SLE

Al punto 4.1.2.2 delle NTC sono contemplate le verifiche delle prestazioni che la struttura deve essere in grado di garantire in esercizio sotto l'azione dei soli carichi verticali, opportunamente combinati tra loro. Esse sono inoltre ampiamente descritte nella Circolare Applicativa nei diversi approcci rigorosi e semplificati. In particolare, sono da effettuarsi verifiche di:

- verifiche di deformabilità;
- verifiche di fessurazione;
- verifica di limitazione delle tensioni in esercizio;

### 8.1.4 Verifiche di deformabilità

Per la verifica di deformabilità la Circolare ci permette di bypassare il metodo rigoroso per travi e solai con luci non superiori a 10 m [C617 – C4.1.2.2.2], che consiste nel calcolare lo spostamento massimo di una membratura come combinazione dello spostamento della sezione una volta fessurata ed una volta non fessurata. Nella verifica semplificata occorre, invece, verificare che il rapporto di snellezza  $\lambda=L/H$  tra luce e altezza rispetta la limitazione:

$$\lambda \leq K \left[ 11 + \frac{0.0015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \cdot \left[ \frac{500 A_{s,eff}}{f_{yk} \cdot A_{s,calc}} \right]$$

dove:

- $\lambda$  è la snellezza dell'elemento strutturale, calcolato come rapporto tra lunghezza dell'elemento e altezza della sezione;
- $K$  è un coefficiente correttivo che tiene conto del grado di vincolo della membratura;
- $\rho$  e  $\rho'$  sono le percentuali geometriche di armatura longitudinale, tesa e compressa;
- $f_{ck}$  è la tensione caratteristica del cls;
- $f_{yk}$  è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;
- $A_{s,eff}$  è l'area effettiva di armatura longitudinale;
- $A_{s,calc}$  è l'area di calcolo dell'armatura longitudinale.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva con l'esito della verifica di deformabilità.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 43 DI 62

### 8.1.5 Verifiche di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

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	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

**Tabella 4 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione (da NTC – Tabella 4.1.IV)**

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – 1.8.3.2.4 (*Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario – Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara). Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

### 8.1.6 Verifiche delle tensioni in esercizio

Infine è stata effettuata una verifica di limitazione delle tensioni agenti in esercizio nel calcestruzzo compresso e nelle barre di armatura. Le combinazioni di carico considerate sono quella caratteristica e quasi permanente. La verifica va effettuata sempre in ambito elastico. Occorre verificare che:

- $\sigma_c \leq 0.60 f_{ck} = 19.28 \text{ MPa}$  per combinazione rara (caratteristica);
- $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$  per combinazione quasi permanente;
- $\sigma_s \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$  per combinazione rara (caratteristica).

Le verifiche sono state condotte in funzione delle sollecitazioni derivanti dall'involuppo della combinazione rara e quasi permanente e direttamente verificate nei confronti del limite tensionale più restrittivo riportato in normativa ( $0.45 f_{ck}$  per il calcestruzzo)

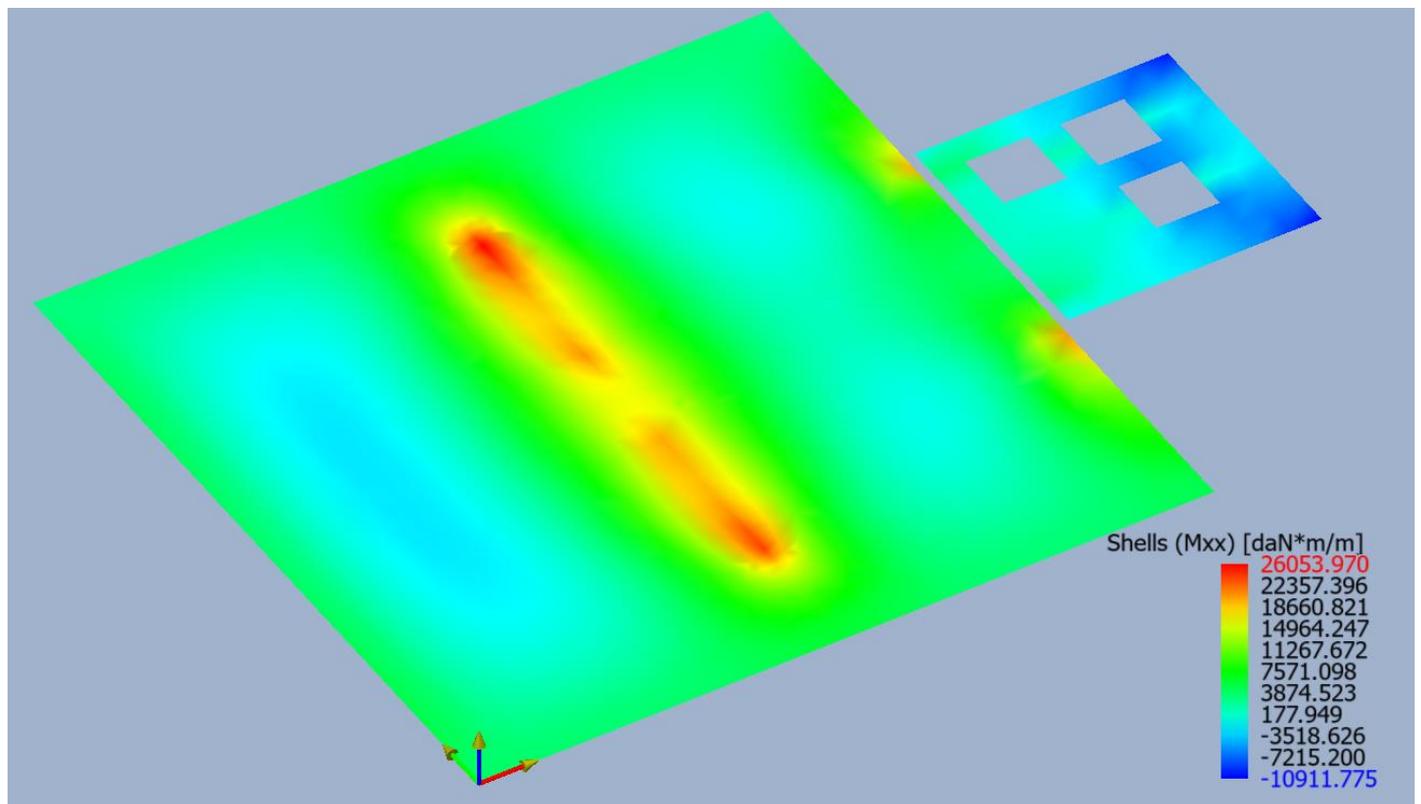
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	44 DI 62

## 8.2 VERIFICHE

### 8.2.1 Soletta Superiore

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

#### 8.2.1.1 Verifica a Flessione



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

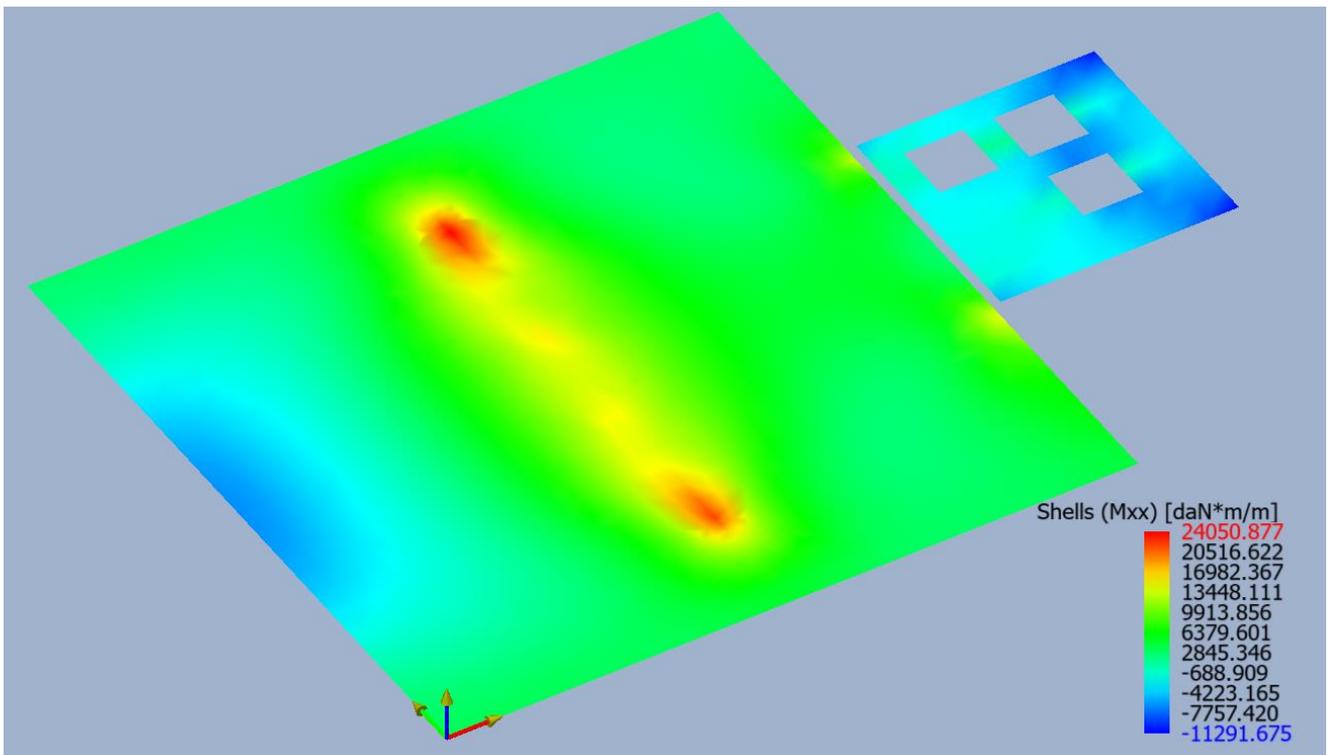
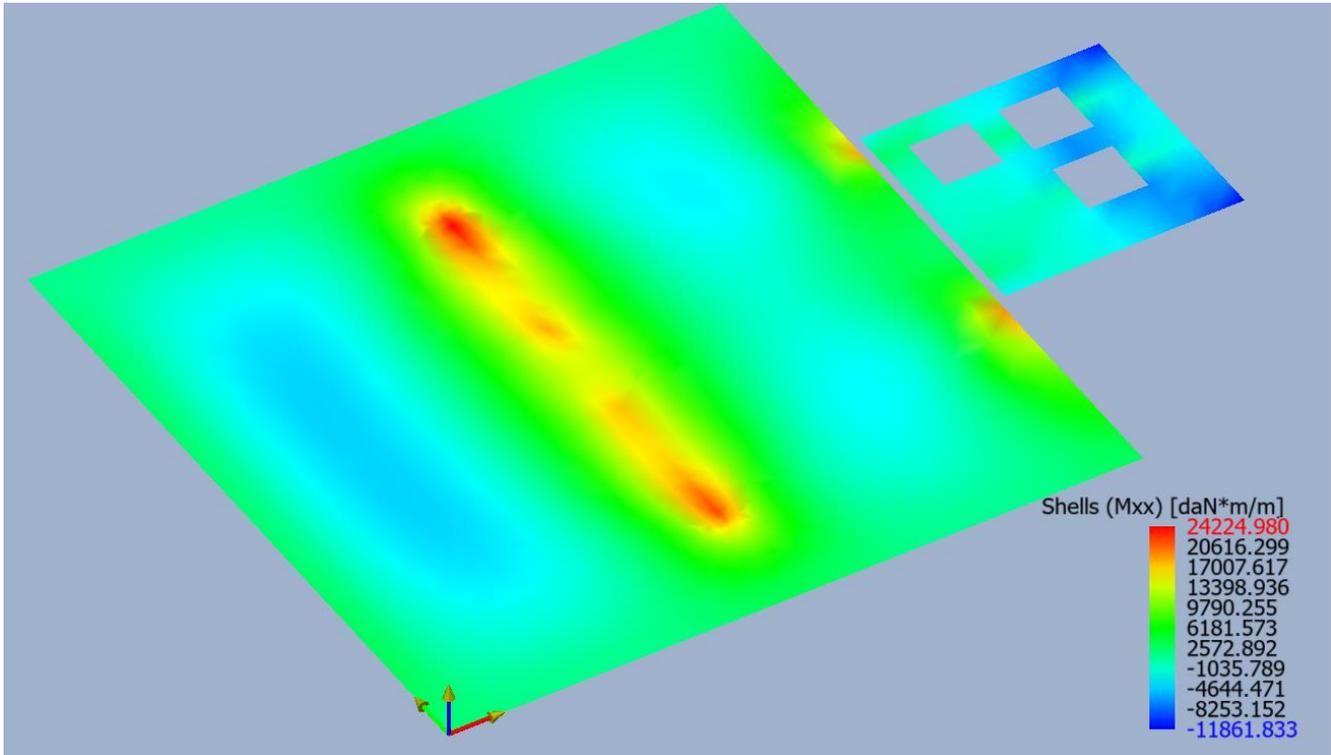
Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	45 DI 62

Relazione di calcolo vasca SE - Campus



Soletta: 14 - Nodi: [101-102-104-110-116-115] Pann=1049 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 46 DI 62

#### Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
43	23245	55394	-56935	25243	17389	2231	42.00	44.00	15	1.0
33	34027	11027	37801	16656	4422	203	42.00	44.00	15	1.5
4	-10310	84025	19229	12794	10171	-576	31.42	66.00	15	2.0

Soletta: 18 - Nodi: [117-118-119-120] Pann=64 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

#### Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
6	61365	210786	-63829	-539	-10261	-228	51.43	69.36	20	1.1
1	85362	122832	74386	-2720	-4948	-2374	51.43	69.36	35	3.9

### 8.2.1.2 Verifica a Taglio

VERIFICA				
4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio		Ved	<b>914.80</b>	[KN]
Verifica		VRd > VEd		[4.1.26 NTC]
<b>Tipologia armature a Taglio</b>		<b>SAGOMATI</b>		
Altezza utile della sezione		d	440.00	mm
Diametro delle Sagomati		∅sw	16.00	mm
sagomati a met ro		n.sag	5.00	[-]
Area sezione trasversale armatura a taglio		Aw	1005.31	mm <sup>2</sup>
Passo		s	250.00	mm
Inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave		α	45.00	°
Cotangente di α		ctg(α)	1.00	[-]
Inclinazione del puntone compresso		θ	23.49	°
Verifica [4.1.25 NTC]		1 ≤ ctg(θ) ≤ 2,5	2.30	ok
Coefficiente caut elativo		αc	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridott a		F'cd=50%*fcd	9.41	N/mm <sup>2</sup>
VRsd =0,9·d·Asw/s·fyd·(ctg(α)+ctg(θ))·sen(α)	[4.1.27 NTC]	VRsd	1454.48	kN
VRcd =0,9·d·bw·αc·F'cd ((ctg(α)+ctg(θ))/(1+ctg2(θ)))	[4.1.28 NTC]	VRcd	1953.44	kN
VRd = min (VRsd; VRcd)	[4.1.29 NTC]	VRd = min (VRsd; VRcd)	<b>1454.48</b>	kN
Tasso di sfruttament o		VEd/VRd	0.63	[-]
Coefficiente di sicurezza ed Esito verifica		VRd/VEd	1.59	ok

### 8.2.1.3 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio

Soletta: 14 - Nodi: [101-102-104-110-116-115] Pann=1049 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara: σca[MPa]=20 σfa[MPa]=360

P.	Afx	Afy	σc	σf	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
26	31.42	31.42	-3	118	41	41	Si	3.1
25	31.42	31.42	-3	119	41	41	Si	3.0

Verifica formazione fessure: σcta[MPa]=3

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>													
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>SN0100 002</td> <td>D</td> <td>47 DI 62</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	47 DI 62
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	47 DI 62								

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
25	-23.3	82.7	-56.7	7653	3877	-39	31.42	31.42	-2	1	41	Si	2.1

Soletta: 18 - Nodi: [117-118-119-120] Pann=64 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
6	51.43	69.36	-1	10	41	41	Si	25
16	51.43	69.36	-0	37	41	41	Si	9.6

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

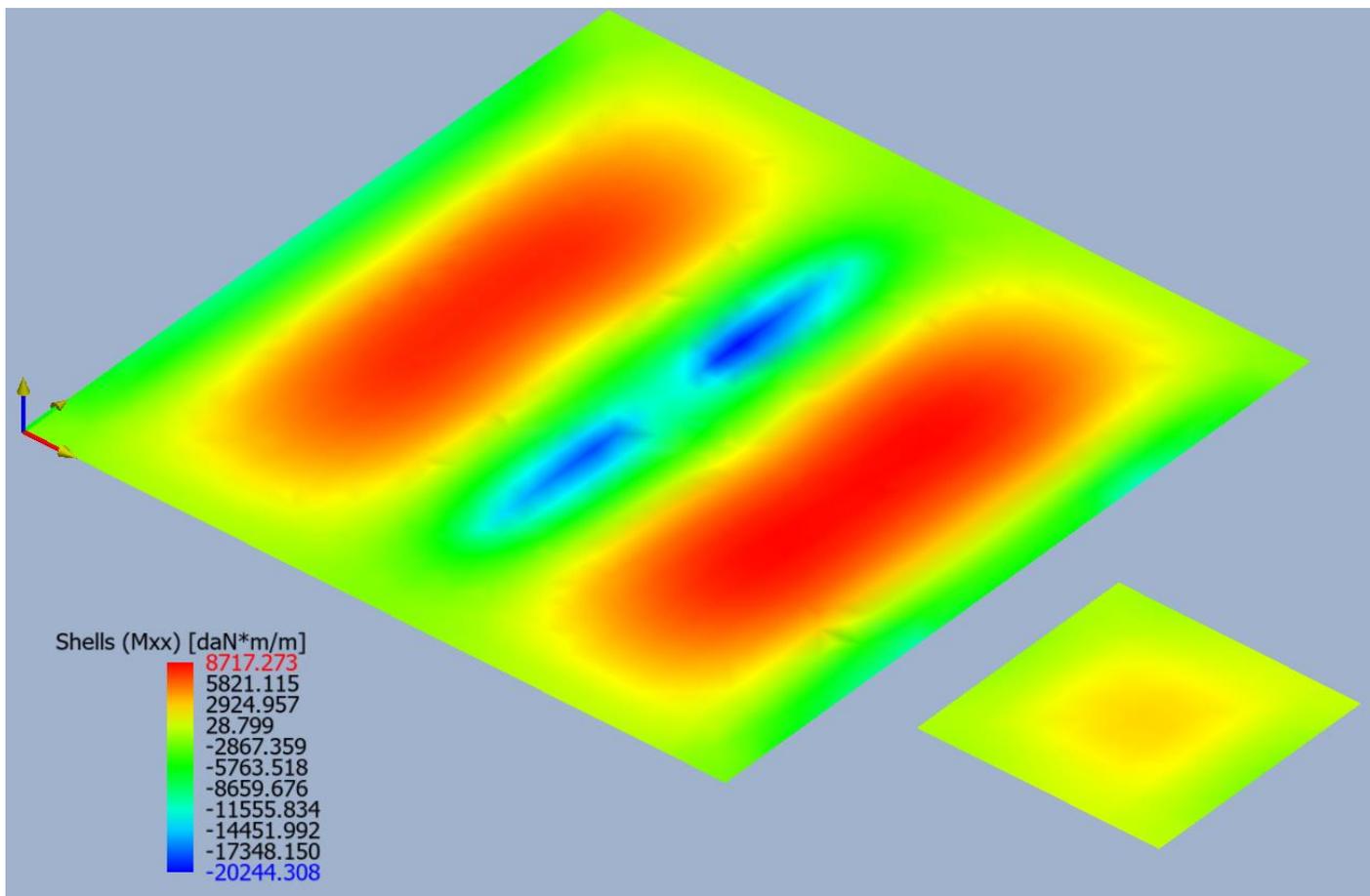
P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
16	215.1	36.4	36.1	1618	880	780	51.43	69.36	-0	0	41	Si	6.3

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>				
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca SE - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. FOGLIO D 48 DI 62

### 8.2.2 Soletta di Fondazione

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

#### 8.2.2.1 Verifica a Flessione



Muro [Platea]: 12 - Nodi: [17-18-25-26-20-19] Pann=1046 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
864	2309	3699	4253	-284	7091	265	31.42	10.28	30	1.0
1	-6194	1554	-11195	-5294	-988	2434	31.42	10.28	20	2.4
37	-2363	3680	-8642	-18745	-7806	549	31.42	12.28	20	1.1

Muro [Platea]: 13 - Nodi: [5-7-13-11] Pann=64 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
37	2462	4337	-93	2736	4224	-215	31.42	10.28	30	1.7
1	10961	-10801	-8149	-1208	-1543	-1101	31.42	10.28	5	4.0

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria:      Mandante: <b>RPA srl              Technital SpA              HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 49 DI 62

### 8.2.2.2 Verifica a Taglio

VERIFICA				
4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio		Ved	<b>509.47</b>	[KN]
Verifica		VRd > VEd		[4.1.26 NTC]
<b>Tipologia ararmature a Taglio</b>	<b>SAGOMATI</b>			
Altezza utile della sezione		d	440.00	mm
Diametro delle Sagomati		$\phi_{sw}$	16.00	mm
sagomati a met ro		n.sag	5.00	[-]
Area sezione trasversale armatura a taglio		Aw	1005.31	mm <sup>2</sup>
Passo		s	250.00	mm
Inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave		$\alpha$	45.00	°
Cotangente di $\alpha$		ctg( $\alpha$ )	1.00	[-]
Inclinazione del puntone compresso		$\theta$	23.49	°
Verifica [4.1.25 NT C]		$1 \leq ctg(\theta) \leq 2,5$	2.30	ok
Coefficiente caut elativo		$\alpha_c$	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridotta		F'cd=50%*fcd	9.41	N/mm <sup>2</sup>
VRsd =0,9·d·Asw/s·fyd·(ctg( $\alpha$ )+ctg( $\theta$ ))·sen( $\alpha$ )	[4.1.27 NTC]	VRsd	1454.48	kN
VRcd =0,9·d·bw· $\alpha_c$ ·F'cd ((ctg( $\alpha$ )+ctg( $\theta$ ))/(1+ctg <sup>2</sup> ( $\theta$ )))	[4.1.28 NTC]	VRcd	1953.44	kN
VRd = min (VRsd; VRcd)	[4.1.29 NTC]	VRd = min (VRsd; VRcd)	<b>1454.48</b>	kN
Tasso di sfruttament o		VEd/VRd	0.35	[-]
Coefficiente di sicurezza ed Esito verifica	VRd/VEd		2.85	ok

### 8.2.2.3 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio

Platea: 12 - Nodi: [17-18-25-26-20-19] Pann=1046 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
29	25.13	31.42	-4	164	41	41	Si	2.2
30	25.13	31.42	-4	164	41	41	Si	2.2

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
29	-49.2	55.5	22.5	-8773	-2242	110	25.13	31.42	-2	1	41	Si	1.8

Platea: 13 - Nodi: [5-7-13-11] Pann=64 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
28	25.13	31.42	-1	48	41	41	Si	7.5
9	25.13	31.42	-0	54	41	41	Si	6.7

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
28	-61.6	-46.5	-0.5	1954	3449	27	25.13	31.42	-1	1	41	Si	5.0

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	50 DI 62

### 8.2.3 Piedritti

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

#### 8.2.3.1 Verifica a Flessione, Fessurazione e Tensioni di esercizio

Muro: 1 - Nodi: [5-7-27-25] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	41903	-30029	-14198	-1772	-1107	-708	20.11	31.42	30	2.9
1	15329	-10008	-9162	-1641	815	-741	20.11	31.42	30	5.4

Muro: 2 - Nodi: [7-13-28-27] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	10298	4922	7187	-2527	474	-328	20.11	31.42	35	4.9
1	1021	2717	4021	-1426	350	-655	20.11	31.42	35	7.6

Muro: 3 - Nodi: [11-13-28-26] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	42723	-24306	-16627	1731	229	714	20.11	31.42	31	2.8
1	15297	-10374	-8333	1624	-811	707	20.11	31.42	30	5.5

Muro: 4 - Nodi: [17-18-102-101] Pann=352 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
6	16720	5601	3603	-10955	-805	-165	20.00	31.42	31	1.1
2	12776	8022	5517	-4639	716	-1254	20.00	31.42	35	2.3
1	5848	7389	4401	-1511	1264	-1625	11.31	31.42	35	2.5

Muro: 5 - Nodi: [19-20-116-115] Pann=352 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
341	13500	19675	-2907	7094	-525	-678	14.00	31.42	31	1.1
2	12131	6400	1666	4579	-738	1237	20.00	31.42	30	2.3
1	4997	6466	909	1495	-1199	1648	11.31	31.42	34	2.6



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 52 DI 62

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
16	-110416	-41123	44867	5359	13186	3689	29.11	32.00	20	2.0
15	-21100	-5943	-9427	3843	4508	3870	29.11	32.00	40	3.1

Muro: 16 - Nodi: [26-28-112-110] Pann=128 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
127	-13542	51173	-5768	-4213	-5379	1180	20.11	31.42	36	2.2
1	2880	-40789	12184	732	-461	-884	20.11	31.42	30	9.6

Muro: 17 - Nodi: [27-28-112-106] Pann=128 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
15	-15054	54472	-12267	3850	5389	1342	22.42	34.00	36	2.3

Muro: 19 - Nodi: [104-106-118-117] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	26953	812	58571	6164	7496	-1854	20.11	31.42	20	1.3
1	-67760	-60371	62012	6819	17737	-422	29.11	32.00	20	2.0

Muro: 20 - Nodi: [110-112-119-120] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	52104	7484	54609	-6113	-8038	1888	26.00	31.42	20	1.2
1	12914	-27991	49120	-5296	-8696	-1661	20.11	31.42	35	1.9

Muro: 22 - Nodi: [106-112-119-118] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40: **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	daN	daN	daN	daN*m	daN*m	daN*m	cmq	cmq		
2	4069	31491	41257	2499	-4762	-1372	20.11	31.42	36	3.0
1	-69938	6139	40567	3441	-432	-1365	20.11	31.42	40	6.1

### 8.2.3.2 Verifica a Taglio

**Parete 2 [Muro]:** Htot.=7.70 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha_s$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
14	0	15195	--	93918	573860	93918	--	--	10.00	--	6.2
34	100	18794	--	93918	572713	93918	--	--	10.00	--	5.0
30	375	14326	--	93918	576359	93918	--	--	10.00	--	6.6

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	53 DI 62

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
31	750	26187	--	93918	566427	93918	--	--	10.00	--	3.6

**Parete 16 [Muro]:** Htot.=7.70 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
11	0	113	--	93918	571222	93918	--	--	10.00	--	>100
11	100	128	--	93918	569397	93918	--	--	10.00	--	>100
20	375	1108	--	93918	564400	93918	--	--	10.00	--	85
20	750	2857	--	93918	565772	93918	--	--	10.00	--	33

**Parete 3 [Muro]:** Htot.=7.70 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
5	0	15353	--	93918	574049	93918	--	--	10.00	--	6.1
30	100	18895	--	93918	572885	93918	--	--	10.00	--	5.0
19	375	14160	--	93918	580600	93918	--	--	10.00	--	6.6
31	750	25729	--	93918	566144	93918	--	--	10.00	--	3.7

**Parete 1 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	30667	--	272361	1654388	272361	--	--	10.00	--	8.9
47	425	27688	--	272361	1646492	272361	--	--	10.00	--	9.8
47	750	22670	--	272361	1641117	272361	--	--	10.00	--	12

**Parete 4 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	30796	--	272361	1654358	272361	--	--	10.00	--	8.8
47	425	27842	--	272361	1646496	272361	--	--	10.00	--	9.8
47	750	22796	--	272361	1641127	272361	--	--	10.00	--	12

**Parete 5 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
18	100	2521	--	272361	1658187	272361	--	--	10.00	--	>100
18	425	2273	--	272361	1652553	272361	--	--	10.00	--	>100
18	750	5323	--	272361	1642916	272361	--	--	10.00	--	51

**Parete 10 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
35	100	48692	--	89222	547392	89222	--	--	10.00	--	1.8
30	425	13578	--	89222	541171	89222	--	--	10.00	--	6.6
31	750	28127	--	89222	539019	89222	--	--	10.00	--	3.2

**Parete 13 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha S$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
35	100	52031	--	89222	544429	89222	--	--	10.00	--	1.7
30	425	13573	--	89222	548646	89222	--	--	10.00	--	6.6

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>													
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>SN0100 002</td> <td>D</td> <td>54 DI 62</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	54 DI 62
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	54 DI 62								

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha_s$	Ast	AfSc.	Cs
31	750	29642	--	89222	538100	89222	--	--	10.00	--	3.0

**Parete 6 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha_s$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
38	100	9526	--	62612	395811	62612	--	--	10.00	--	6.6
38	425	9526	--	62612	393699	62612	--	--	10.00	--	6.6
38	750	9526	--	62612	391586	62612	--	--	10.00	--	6.6

**Parete 7 [Muro]:** Htot.=6.50 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	$\alpha_s$	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
38	100	12598	--	62612	397029	62612	--	--	10.00	--	5.0
38	425	12598	--	62612	394917	62612	--	--	10.00	--	5.0
38	750	12598	--	62612	392804	62612	--	--	10.00	--	5.0

**8.2.3.3 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio**

Muro : 1 - Nodi: [5-7-27-25] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
7	31.42	11.31	-1	31	41	41	Si	12
3	31.42	11.31	-1	39	41	41	Si	9.2

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
5	142.4	-290.8	117.9	882	2522	-132	31.42	11.31	-0	0	41	Si	9.3

Muro : 2 - Nodi: [7-13-28-27] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
9	20.11	31.42	-1	7	41	41	Si	23
2	20.11	31.42	-0	21	41	41	Si	17

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
9	-86.4	-264.7	-8.1	239	2450	59	20.11	31.42	-1	0	41	Si	15

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	55 DI 62

Muro : 3 - Nodi: [11-13-28-26] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi  
Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
7	20.11	31.42	-1	48	41	41	Si	7.5
3	20.11	31.42	-1	61	41	41	Si	5.9

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
5	140.1	-290.2	118.8	-879	-2521	136	20.11	31.42	-0	0	41	Si	8.7

Muro : 4 - Nodi: [17-18-102-101] Pann=352 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi  
Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
257	11.31	31.42	-2	29	41	41	Si	12
338	11.31	31.42	-0	61	41	41	Si	5.9

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
257	-5.7	-300.6	19.1	708	4459	709	11.31	31.42	-1	0	41	Si	5.7

Muro : 5 - Nodi: [19-20-116-115] Pann=352 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi  
Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
257	11.31	31.42	-2	29	41	41	Si	12
338	11.31	31.42	-0	61	41	41	Si	5.9

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
241	-11.9	-292.6	33.5	-689	-4412	-415	11.31	31.42	-1	0	41	Si	5.7

Muro : 6 - Nodi: [17-19-115-101] Pann=352 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi  
Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 56 DI 62

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
161	11.31	31.42	-2	58	41	41	Si	6.2
3	20.00	31.42	-1	61	41	41	Si	5.9

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
177	-27.3	-312.0	2.8	-896	-6472	-76	11.31	31.42	-2	1	41	Si	3.4

Muro : 7 - Nodi: [18-25-104-102] Pann=128 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
97	20.11	31.42	-3	46	41	41	Si	7.7
81	20.11	31.42	-2	48	41	41	Si	7.6

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
97	-245.2	-456.8	-10.2	1119	6903	317	20.11	31.42	-2	1	41	Si	3.6

Muro : 8 - Nodi: [26-20-116-110] Pann=128 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
17	20.11	31.42	-3	45	41	41	Si	7.8
33	20.11	31.42	-2	48	41	41	Si	7.5

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
17	-245.3	-453.5	13.4	1088	6842	-357	20.11	31.42	-2	1	41	Si	3.7

Muro : 9 - Nodi: [21-22-108-103] Pann=96 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
81	20.11	31.42	-1	-3	41	41	Si	14
1	20.11	31.42	-1	4	41	41	Si	37



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 002	REV. D	FOGLIO 58 DI 62

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
9	31.6	-432.8	-11.9	-583	-249	36	20.11	31.42	-0	0	41	Si	19

Muro : 17 - Nodi: [27-28-112-106] Pann=128 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
55	20.11	31.42	-0	24	41	41	Si	15
51	20.11	31.42	-0	30	41	41	Si	12

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
52	48.6	-67.4	5.2	-671	-9	35	20.11	31.42	-0	0	41	Si	16

Muro : 19 - Nodi: [104-106-118-117] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
4	31.42	11.31	-1	33	41	41	Si	11

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
4	146.5	-126.1	-64.9	322	2011	-91	31.42	11.31	-1	0	41	Si	10

Muro : 20 - Nodi: [110-112-119-120] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
1	20.11	31.42	-1	31	41	41	Si	12
4	20.11	31.42	-1	46	41	41	Si	7.8

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
2	158.4	-233.8	31.4	-569	-2064	313	26.00	31.42	0	0	41	Si	11

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>59 DI 62</b>

Muro : 22 - Nodi: [106-112-119-118] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi  
Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=20  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
8	20.11	31.42	-0	7	41	41	Si	47
10	20.11	31.42	-0	7	41	41	Si	47

Verifica formazione fessure:  $\sigma_{cta}$ [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_{ct}$	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
10	-111.2	-84.4	1.2	-42	1153	-18	20.11	31.42	-0	0	41	Si	23

### 8.3 ARMATURE

A meno di infittimenti e sovrapposizioni, la struttura sarà armata come segue:

- Piedritti:
  - o barre principali  $\varnothing 20$  passo 20cm con infittimento localizzati (da riportare nel Progetto costruttivo);
  - o armatura di ripartizione  $\varnothing 12$  passo 20cm con infittimenti localizzati;
- Soletta superiore:
  - o barre principali  $\varnothing 20$  passo 20cm con infittimento localizzati;
  - o armatura di ripartizione  $\varnothing 20$  passo 20cm;
- Platea:
  - o barre principali  $\varnothing 20$  passo 20cm con infittimento localizzati;
  - o armatura di ripartizione  $\varnothing 12$  passo 22cm;

Nella successiva fase di progettazione costruttiva sarà riportata la distinta dell'armatura con indicazione degli infittimenti previsti nell'analisi completa.

Si possono considerare quindi le seguenti incidenze di armatura:

- Platee: 230 kg/m<sup>3</sup>;
- Pareti laterali: 200 kg/m<sup>3</sup>;
- Solettone: 230 kg/m<sup>3</sup>.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA3S</b>	<b>01</b>	<b>V ZZ CL</b>	<b>SN0100 002</b>	<b>D</b>	<b>60 DI 62</b>

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 9.1 VERIFICA A CARICO LIMITE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

Calcolo del carico limite con coefficienti M2

#### Dati di input generale e geometria fondazione

Teoria statica: VESIC (1975)

Geometria fondazione	[B] Larghezza (dir y):	9.20 m	[L] Lunghezza (dir x):	9.20 m
			[D] Profondità (dir z):	7.80 m
[η] Angolo di inclinazione del piano di posa nella direzione di B:	0.0°		[β] Angolo di inclinazione del pendio:	0.0°
Carico permanente uniforme al piano campagna [q0]:	0.00 kPa		Condizione di verifica:	DRENATA
Criterio di punzonamento:	NESSUNO			

#### Stratigrafia del terreno

N.	Y <sub>nat</sub>	Y <sub>sat</sub>	φ	c'	c <sub>u</sub>	H <sub>str</sub>	E <sub>ed</sub>	D <sub>r</sub>
1	24.00	24.00	26.6	0.00	0.00	6.00	98066.50	1.00
2	24.00	24.00	26.6	0.00	0.00	30.00	98066.50	1.00
3	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Legenda

N.: Numero strato dal piano di campagna verso il basso

Y<sub>nat</sub>: Peso specifico contenuto naturale d'acqua (kN/m<sup>3</sup>)

Y<sub>sat</sub>: Peso specifico condizioni di saturazione d'acqua (kN/m<sup>3</sup>)

φ: angolo d'attrito interno (deg)

c': Coesione drenata (kPa)

c<sub>u</sub>: Coesione non drenata (kPa)

H<sub>str</sub>: Spessore dello strato (m)

E<sub>ed</sub>: Modulo edometrico (kPa)

D<sub>r</sub>: Densità relativa

#### Dati geotecnici di calcolo strato equivalente

Medie ponderate svolte tra le quote 7.80 m e 26.20 m y	φ	c'	c <sub>u</sub>	E <sub>ed</sub>	D <sub>r</sub>
14.11	26.6	0.00		98066.49	1.00

#### Descrizione sintetica della teoria utilizzata

$$q_{ult} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c \cdot p_c \cdot e_c + q' \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot p_q \cdot e_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_y \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y \cdot b_y \cdot g_y \cdot p_y \cdot e_y \quad Q_{ult} = q_{ult} \cdot B' \cdot L'$$

#### Fattori di capacità portante

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

$$N_q = e^{-\pi \cdot \tan(\varphi)} \cdot \tan^2(\pi/4 + \varphi/2)$$

N<sub>y</sub> = Interpolazione da grafico di Terzaghi (1943)

#### Fattori di forma

$$s_c =$$

$$s_q =$$

$$s_y =$$

$$1 + N_q / N_c \cdot B' / L'$$

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

$$1 - 0.4 \cdot B' / L'$$

#### Fattori di profondità

$$d_c = d_q \cdot (1 - d_q) / (N_q - 1)$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot K \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \quad D < B \quad K = D/B, \quad D > B \quad K = \arctan(D/B)$$

$$d_y = 1.0$$

#### Fattori di inclinazione dei carichi

$$i_c =$$

$$i_q =$$

$$i_y =$$

$$i_q \cdot (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$(1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\varphi)))^m$$

$$(1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\varphi)))^{(m+1)}$$

#### Fattori di inclinazione base fondazione

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_q - 1)$$

$$b_q = (1 - \eta \cdot \tan(\varphi))^2 - \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

$$b_y = (1 - \eta \cdot \tan(\varphi))^2 - \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

#### Fattori di inclinazione pendio

$$g_c =$$

$$g_q =$$

$$g_q =$$

$$g_q \cdot (1 - g_q) / (N_q - 1)$$

$$(1 - \tan(\beta))^2 - \beta \text{ angolo inclinazione pendio}$$

$$(1 - \tan(\beta))^2 - \beta \text{ angolo inclinazione pendio}$$

#### Fattori di punzonamento

p<sub>c</sub> = 1.0 (punzonamento non ritenuto possibile)

p<sub>q</sub> = 1.0 (punzonamento non ritenuto possibile)

p<sub>y</sub> = 1.0 (punzonamento non ritenuto possibile)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>				
PROGETTISTA: Mandataria: <b>RPA srl</b> Mandante: <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>				
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0100 002</b>	REV. FOGLIO <b>D 61 DI 62</b>

### Fattori riduttivi per sisma

$e_c=1.0$  (sisma non considerato)  
 $e_q=1.0$  (sisma non considerato)  
 $e_v=1.0$  (sisma non considerato)

$q'$ : pressione litostatica alla profondità D (7.80 m di imposta fondazione: 187.20 kPa)

I valori di  $\gamma$ ,  $\varphi$ ,  $c'$  sono i parametri geotecnici di calcolo dello strato equivalente (vedi tabella sopra riportata)

$B'$ ,  $L'$ : Dimensioni efficaci della fondazione ( $B'=B-2 \cdot M_x/N$  -  $L'=L-2 \cdot M_y/N$ ) (se  $B'>L'$  le due dimensioni vengono scambiate tra loro)

$\pi$ : valore di phi greco (3.14159...)

$V$  risultante dei tagli  $\text{radq}(V_x^2+V_y^2)$  -  $N$  sforzo normale

$m = m_1 \cdot \cos^2(\theta) + m_2 \cdot \sin^2(\theta)$  - dove  $m_1 = (2+L/B)/(1+L/B)$ ,  $m_2 = (2+B/L)/(1+B/L)$ ,  $\theta$  angolo di  $V$  con la direzione di  $L$

### Verifiche a scorrimento

$H = \text{radq}(V_x^2+V_y^2)$  - forza di scorrimento

$R_{\text{scorr}} = N \cdot \tan(b \cdot \varphi) / \gamma_m + a \cdot c' \cdot B' \cdot L'$  - resistenza allo scorrimento

$b=1.00$  -  $b \cdot \varphi$ : angolo di attrito fondazione-terreno

$\gamma_m=1.00$  - fattore parziale di sicurezza applicato a  $\tan(b \cdot \varphi)$

$a=1.00$  - fattore riduttivo della coesione per ottenere l'adesione terreno-fondazione

$N = N \cdot \cos(\alpha) + V_y \cdot \sin(\alpha)$  -  $V_y = N \cdot \sin(\alpha) + V_x \cdot \cos(\alpha)$  -  $\alpha$  angolo inclinazione base fondazione

### Valori numerici dei dati che non si modificano ad ogni combinazione di carico

$N_c =$	23.179	$N_q =$	12.587	$N_y =$	12.947
$c' =$	0.00 kPa	$q =$	187.20 kPa	$q =$	14.11 kN/m <sup>3</sup>

### Descrizione simbologia ed opzioni speciali

Riferimento globale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z verticale

Riferimento locale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z ortogonale alla base fondazione (eventualmente inclinata)

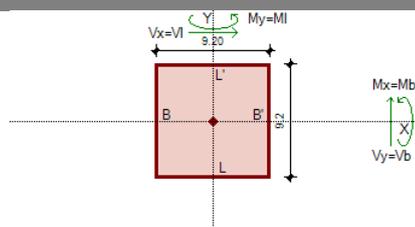
I fattori di forma vengono determinati con le dimensioni efficaci ( $B'$ ,  $L'$ ) della fondazione

### Combinazione di carico: 1 - statica $B'=9.20$ m; $L'=9.20$ m

N (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)	$V_x$ (kN)	$V_y$ (kN)	
14542.62					Riferimento globale
14542.62					Riferimento locale

	Fattori s	Fattori d	Fattori i	Fattori b	Fattori g	Fattori p	Fattori e	Globali
c	1.543	1.281	1.000	1.000	1.000			1.977
q	1.500	1.259	1.000	1.000	1.000			1.888
y	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600

$q_{ult} = 4954.05$  kPa       $Q_{ult} = 419310.70$  kN       $R = Q_{ult}/N = 28.833$        $> R3=2.3$   
 $H = 0.00$  kN       $R_{scorr} = 7269.71$  kN       $R = R_{scorr}/H = \text{Infinito}$        $> R3=1.1$



**Le verifiche si assumono soddisfatte.**

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca SE - Campus</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 002	D	62 DI 62

## 9.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI

Le opere e i sistemi geotecnici di cui al § 6.1.1 devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese.

La verifica agli stati limite di esercizio implica l'analisi del problema di interazione terreno-struttura, al termine della costruzione e nel tempo, secondo quanto disposto al paragrafo § 2.2.2. Il grado di approfondimento dell'analisi di interazione terreno struttura è funzione dell'importanza dell'opera.

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Cd \quad [6.2.7]$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni nelle combinazioni di carico per gli SLE specificate al §2.5.3 e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

Il calcolo di  $E_d$  viene effettuato con l'ausilio del software di calcolo Iperspace considerando le combinazioni di carico agli SLE, mentre il valore di  $C_d$  viene ricavato come riportato nel capitolo 4

$$s = B \cdot c_t \cdot \frac{(q - \sigma_{vo})(1 - \nu^2)}{E} = 2.80 \text{ mm}$$

A fronte di un cedimento di 0.96mm