

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: VASCA DI SOLLEVAMENTO "NE" FERMATA CAMPUS

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 001 E

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	
D	Revisione per RdV IA3S-RV-0000000397	G. DE MARTINO	LUG. 2022	G. DI MARCO	LUG. 2022	M.RASIMELLI	LUG. 2022	
E	Revisione per RdV IA3S-RV-0000000555	D.SALZILLO	SET.2022	G.MENNILLO	SET.2022	M.RASIMELLI	SET. 2022	

File: IA3S01VZZCLSN0100001E.doc

n. Elab.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 4 DI 64

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.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra 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.

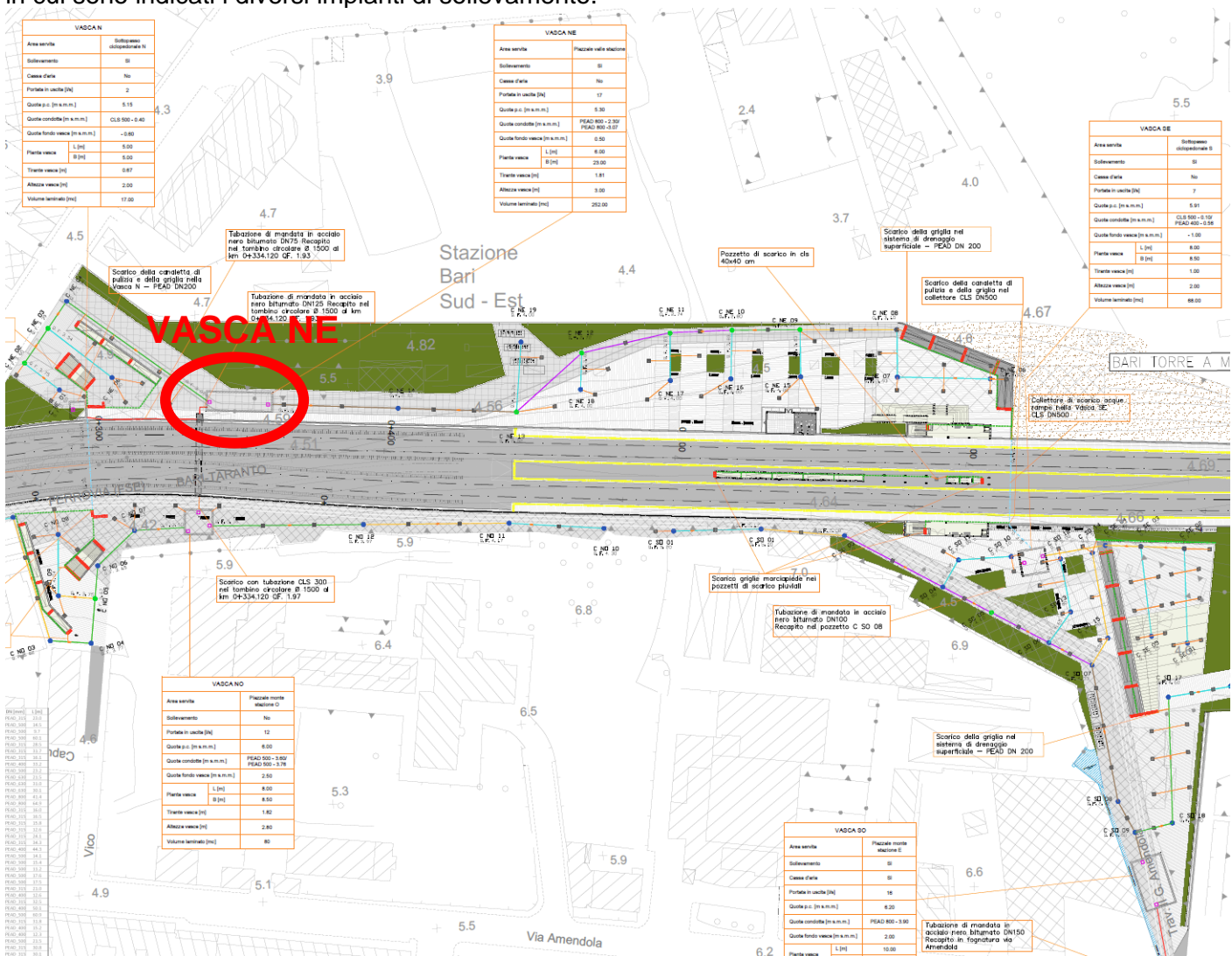


Figura 1 – Pianta di inquadramento

In particolare, la presente relazione è incentrata sull'analisi e sulle verifiche strutturali e geotecniche della VASCA NE. L'opera è costituita da una struttura scatolare pluriconnessa di tipo classico con altezza pari a 5.50 m e base pari a 24.0x7.00m. 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 di 0.50 m. I setti centrali hanno spessore pari a 0.50 m. Le dimensioni interne dello scatolare sono quindi rispettivamente pari a 23.00x6.00x4.50 m.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 5 DI 64

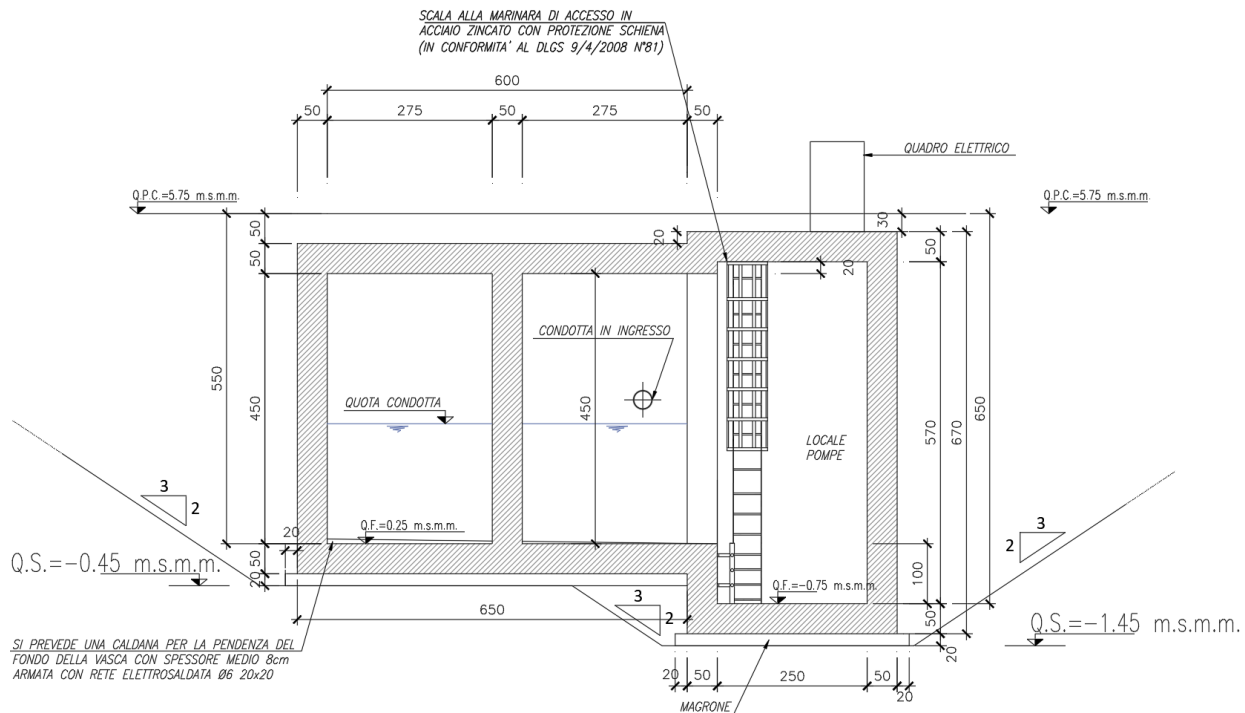


Figura 2 – Sezione trasversale e caratteristiche vasca

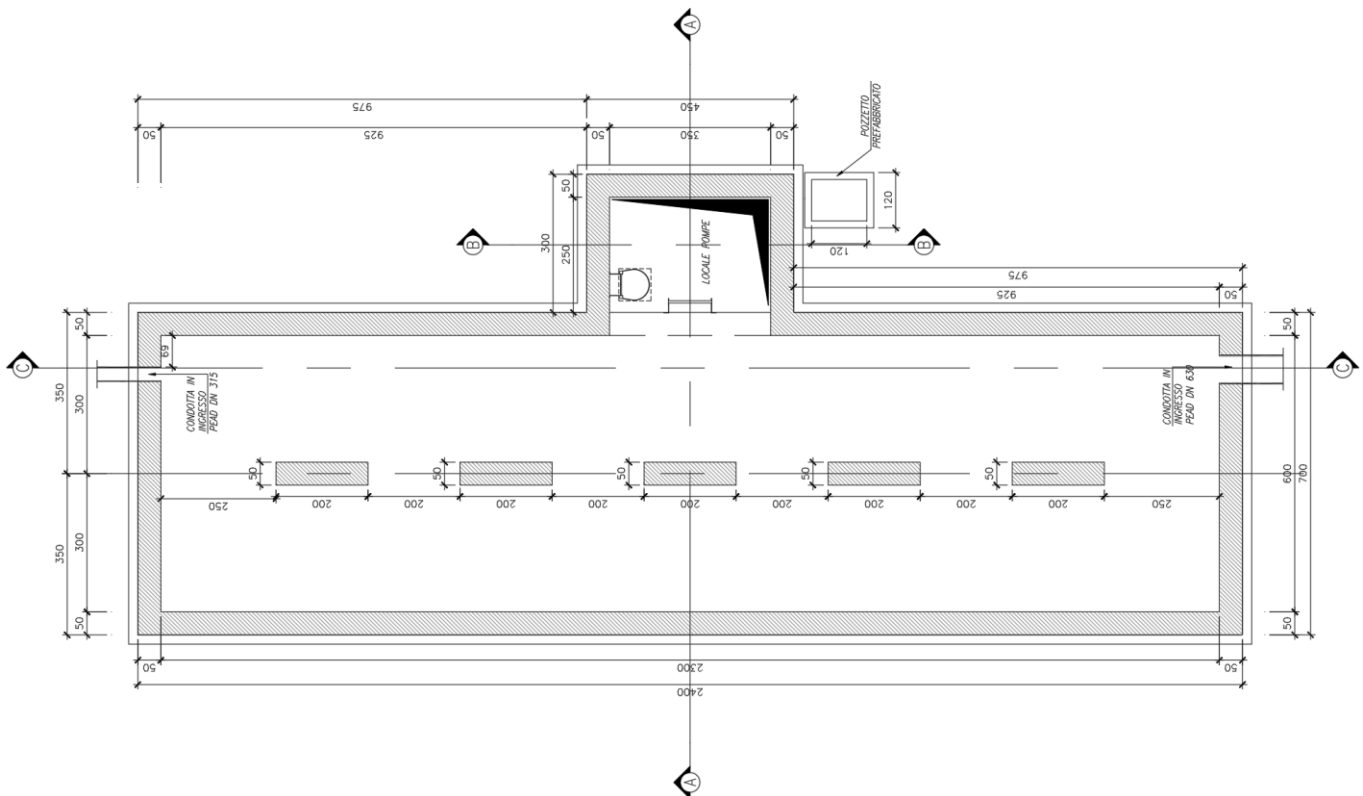


Figura 3 – Pianta

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	7 DI 64

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: 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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 8 DI 64

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.I 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:

- α_{cc} è il coefficiente che tiene conto degli effetti di lunga durata sulla resistenza a compressione, pari a 0.85;
- γ_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 ϵ_{cu} . Nella seguente figura sono riportati i diagrammi di calcolo σ - ϵ .

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 9 DI 64

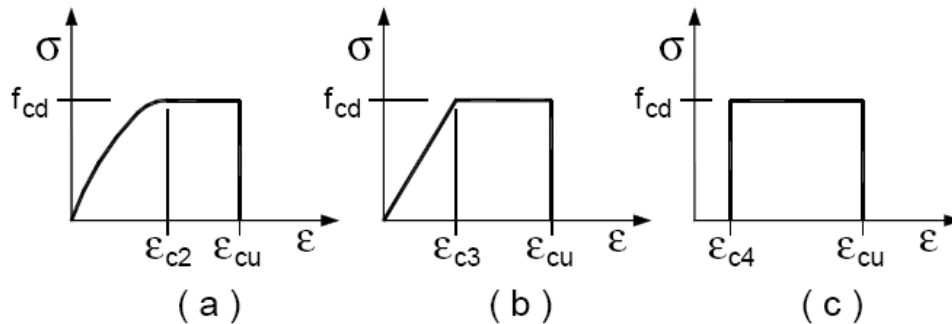


Figura 4 – Modelli rappresentativi del comportamento del calcestruzzo presenti in normativa: a) parabola-rettangolo; b) triangolo-rettangolo; c) rettangolo (stress-block)

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c deve rispettare le seguenti limitazione [NTC – 4.1.2.2.5.1]:

$$\sigma_c < 0.60f_{ck} = 19.20 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.45f_{ck} = 14.40 \text{ MPa per combinazione quasi permanente.}$$

Le strutture di progetto saranno soggette alle intemperie e/o interrate. La classe di esposizione del calcestruzzo utilizzata è **XC4** (Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido; Calcestruzzo a vista in ambienti urbani; Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2), in accordo con la tabella 4.1.III delle NTC.

3.2 ACCIAIO B450C

Come prescritto dalle norme, per il calcestruzzo armato deve essere utilizzato acciaio B450C. La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da [NTC – 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari ad 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC – 11.3.2].

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale. Di seguito sono rappresentati i modelli σ - ϵ per l'acciaio

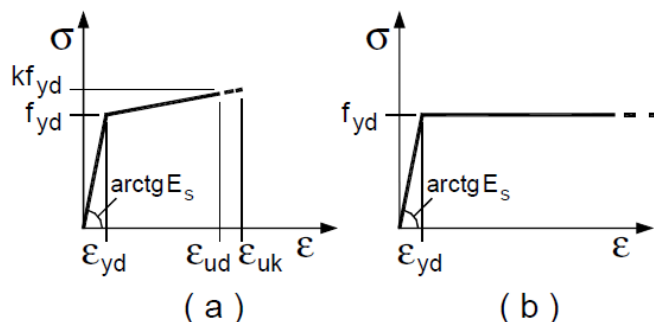


Figura 5 – Modelli rappresentativi del comportamento dell'acciaio proposti dalla norm

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 10 DI 64

[NTC – 11.3.4.1] In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

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

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio σ_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.	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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 11 DI 64

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	s	γ	c	φ	k_0	E
	[m]	[kN/m ³]	[MPa]	[°]	[°]	[MPa]
Ricoprimento	1.4	20	0	35	0.426	-
Rinfianco	3.8	20	0	35	0.426	-
Base	-	24	0.02	36	0.412	1000

Tabella 1 – Parametri geotecnici

Il regime delle spinta 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;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = 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 considerata per carichi statici di lunga durata. Sulla base di indicazioni di letteratura, si possono pertanto

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	12 DI 64

indicare moduli operativi per la valutazione dei parametri d'interazione considerano moduli del terreno almeno 3÷5 volte superiori rispetto a quelli adottabili per problemi statici. Come si evince dalla relazione geotecnica, per il terreno sottostante l'opera in esame, si è deciso di considerare un valore del modulo elastico pari a 1000 MPa, dal quale risulta, secondo le formulazioni sopra riportate, un valore della costante di sottofondo pari a circa 100000 kN/m³.

Costante di sottofondo		
c_t	E	$K_{w,v}$
[-]	[kPa]	[kN/m ³]
1.51	1000000	103898

Tabella 2 – Costante di sottofondo

Per il terreno di rinfianco si è invece adottata una costante di Winkler pari al 10% di quella assunta per il terreno di base, pari quindi a circa 10000 kN/m³.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	13 DI 64

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 "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	14 DI 64

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:

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 "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	15 DI 64

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 ξ (%) **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

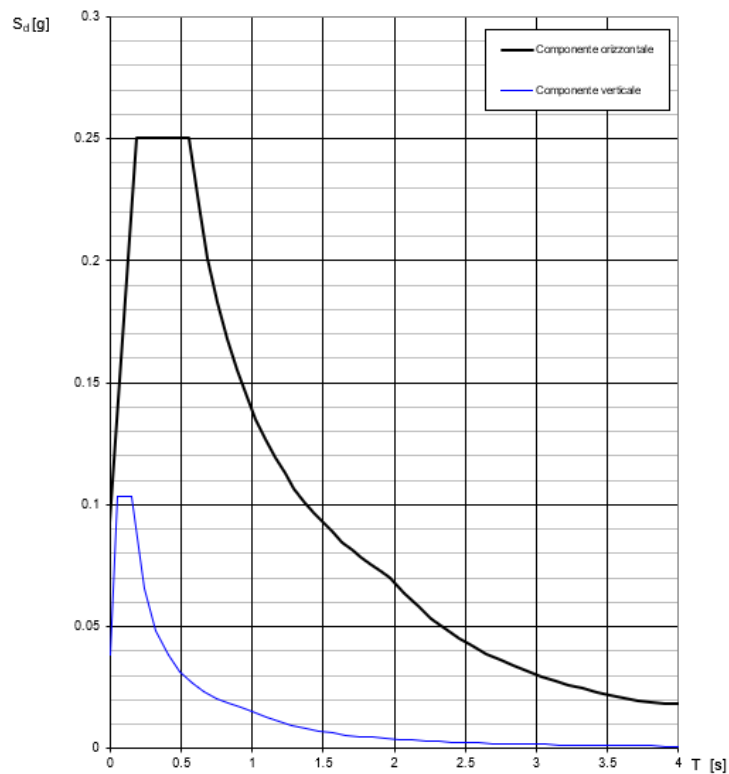
Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

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 "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	16 DI 64

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
η	1.000
T_B	0.184 s
T_C	0.552 s
T_D	1.972 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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 η 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:

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 001	E	17 DI 64

Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus

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
η	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: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	18 DI 64

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: http://www.soft.lab.it e.mail: info@soft.lab.it
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 $G + \gamma_2 Q$) 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: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	19 DI 64

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: 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	20 DI 64

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 ²
Piedritti destro e sinistro	0.50 m	12.5 kN/m ²
Setti centrali	0.50 m	12.5 kN/m ²
Soletta di fondazione	0.50 m	12.5 kN/m ²

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/m³ con un'altezza di ricoprimento pari a 0.60m

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

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.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 21 DI 64

6.2.4 Sovraccarichi accidentali (Q_k)

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/m² agente sul piano campagna.

Sovraccarichi Accidentali $Q_k = 20.00$ KN/m²

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 φ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfiacco.

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	=	12.78	KN/m
Pressione in asse soletta superiore	P2	=	14.91	KN/m
Pressione in asse soletta inferiore	P3	=	53.25	KN/m
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	=	55.38	KN/m

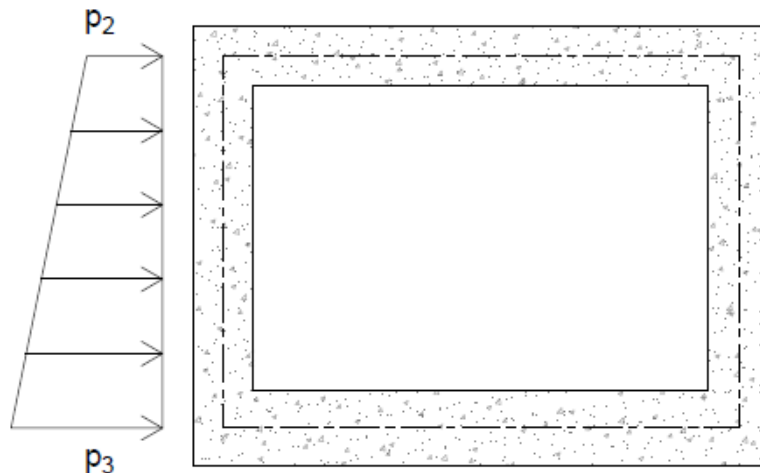


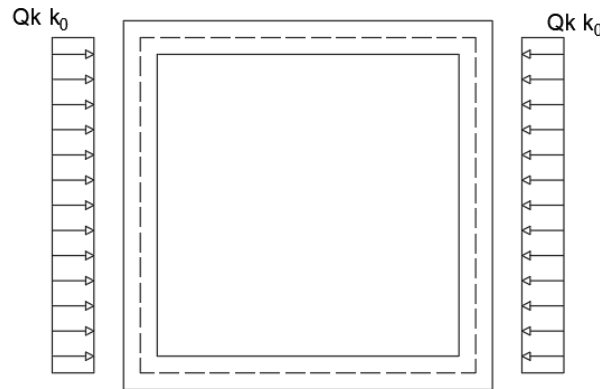
Figura. Spinte del terreno.

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 ²
Pressione in asse soletta inferiore	Q2	=	8.52	KN/m ²

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	22 DI 64



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:

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

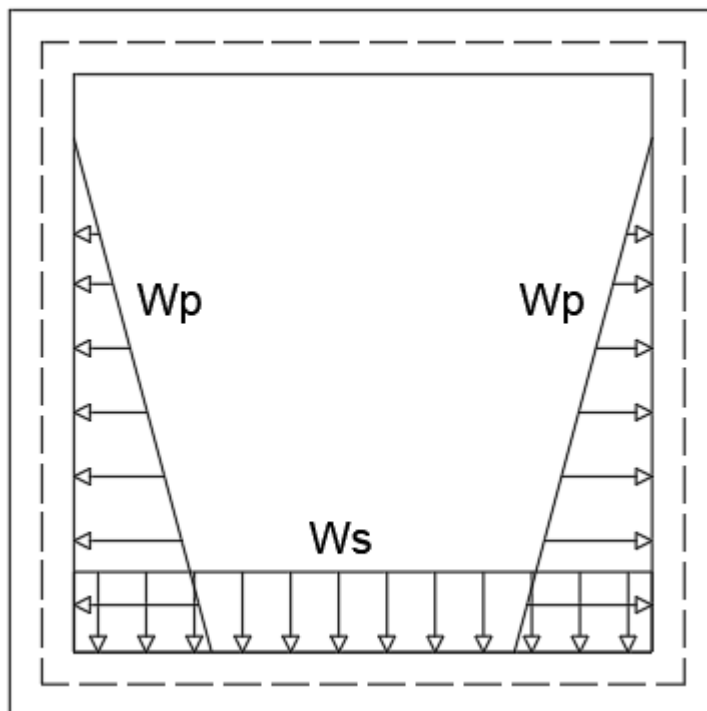
L'azione del ritiro, così come prescritto dalla normativa, rientra tra quelle che sono le azioni permanenti (G) applicate sulla struttura.

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 KN/m^3

Pressione sul piedritto	W_p	=	30.00	KN/m
Pressione sulla soletta di fondazione	W_s	=	30.00	KN/m ²

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: <u> </u> Mandante: <u> </u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 23 DI 64



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 ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β 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: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	24 DI 64

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

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;
- β_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 Ψ_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	β_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.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: <u> </u> Mandante: <u> </u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	25 DI 64

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

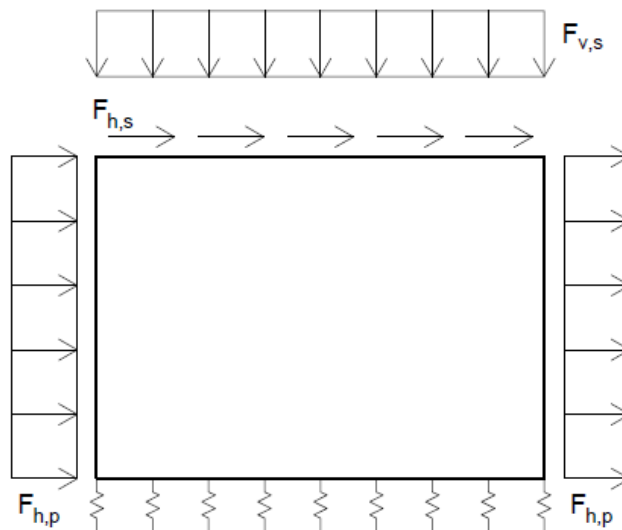
Peso sismico della soletta superiore	$G_{1,s}$	=	17.50	KN/m ²
Peso sismico dei piedritti	$G_{1,p}$	=	17.50	KN/m ²
Peso sismico associato al carico permanente	G_2	=	12.00	kN/m ²
Peso sismico associato al sovraccarico	Q_k	=	20.00	kN/m ²
Coefficiente di combo sismica sovraccarico	ψ_2	=	0,60	

Sisma H

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

Sisma V

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



Spinta sismica terreno SPSHT-DX/SPSHT-SX

Sovraspinta sismica del terrapieno agente sui piedritti esterni	ΔS_E	=	165,07	kN
Sovraccarico sismico del terrapieno agente sui piedritti esterni	Δp_E	=	3.07	kN/m ²

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: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	27 DI 64

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 Sovraccarico sui piedritti di Destra
SPRQP-SX	Spinta a riposo Sovraccarico 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 _{h,p}	Forza d'inerzia orizzontale sui piedritti
F _{h,s}	Forza d'inerzia orizzontale sulla Soletta di Copertura
F _{v,s}	Forza d'inerzia Verticale sulla Soletta di Copertura
SPSHT-DX	Sovrappinta sismica del terreno sui piedritti di Destra
SPSHT-SX	Sovrappinta 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)
+ SPRTP-SX(1.500) + Qk(1.500) + SPRQP-DX(1.500)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	28 DI 64

	+	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)
17	1	DEAD(1.300) +	PERM(1.500) +	SPRTP-DX(1.500)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	29 DI 64

	+	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)
34	1	DEAD(1.300) +	TERM(1.500) +	RIT(0.900)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	30 DI 64

	+	SPWP(1.300) +	SPSF(1.300)	
35	1	DEAD(1.300) +	TERM(-1.500) +	RIT(0.900)
		+	SPWP(1.300) +	SPSF(1.300)
36	1	DEAD(1.300) +	RIT(1.500) +	SPWP(1.300)
		+	SPSF(1.300)	
37	1	DEAD(1.300) +	TERM(0.900) +	RIT(1.500)
38	1	DEAD(1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT(1.500)
39	1	DEAD(1.300) +	TERM(0.900) +	RIT(1.500)
40	1	DEAD(1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT(1.500)
97	1	DEAD(1.000) +	PERM(1.000) +	SPRTP-DX(1.000)
		+	SPRTP-SX(1.000) +	Qk(0.600) +
		+	SPRQP-SX(0.600)	SPRQP-DX(0.600)
98	1	Fh,p(1.000) +	Fh,s(1.000) +	SPSHT-SX(1.000)
99	1	Fh,p(-1.000) +	Fh,s(-1.000) +	SPSHT-DX(1.000)
100	1	Fv,s(1.000)		
101	1	DEAD(1.000) +	PERM(1.000) +	SPRTP-DX(1.000)
		+	SPRTP-SX(1.000) +	Qk(0.600) +
		+	SPRQP-SX(0.600) +	Fh,p(0.300) +
		+	SPSHT-SX(0.300) +	Fh,s(0.300)
		+	Fv,s(1.000)	
102	1	DEAD(1.000) +	PERM(1.000) +	SPRTP-DX(1.000)
		+	SPRTP-SX(1.000) +	Qk(0.600) +
		+	SPRQP-SX(0.600) +	Fh,p(-0.300) +
		+	SPSHT-DX(0.300) +	Fh,s(-0.300)
		+	Fv,s(1.000)	
103	1	DEAD(1.000) +	PERM(1.000) +	SPRTP-DX(1.000)
		+	SPRTP-SX(1.000) +	Qk(0.600) +
		+	SPRQP-SX(0.600) +	Fh,p(1.000) +
		+	SPSHT-SX(1.000) +	Fh,s(1.000)
		+	Fv,s(0.300)	
104	1	DEAD(1.000) +	PERM(1.000) +	SPRTP-DX(1.000)
		+	SPRTP-SX(1.000) +	Qk(0.600) +
		+	SPRQP-SX(0.600) +	Fh,p(-1.000) +
		+	Fh,s(-1.000)	Fh,s(-1.000)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 31 DI 64

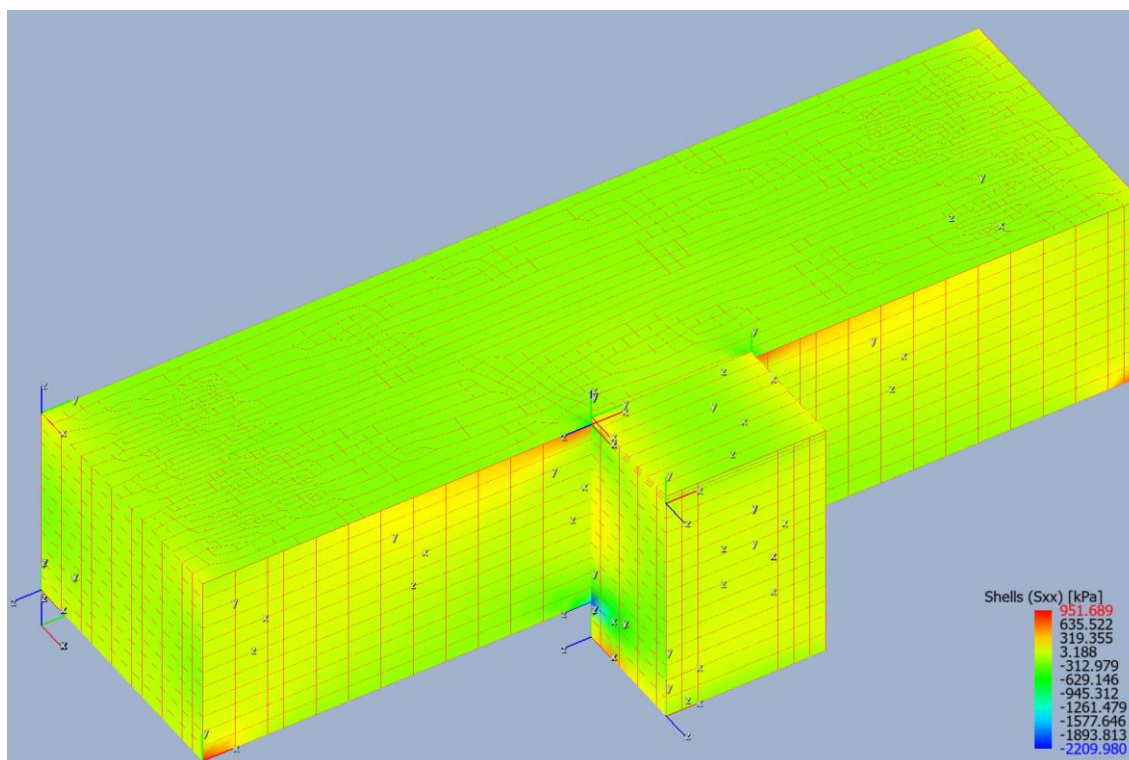
+ SPSHT-DX(1.000) + Fv,s(0.300)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	32 DI 64

7. ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

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

7.1 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLU)



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 "NE" - Campus

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA3S

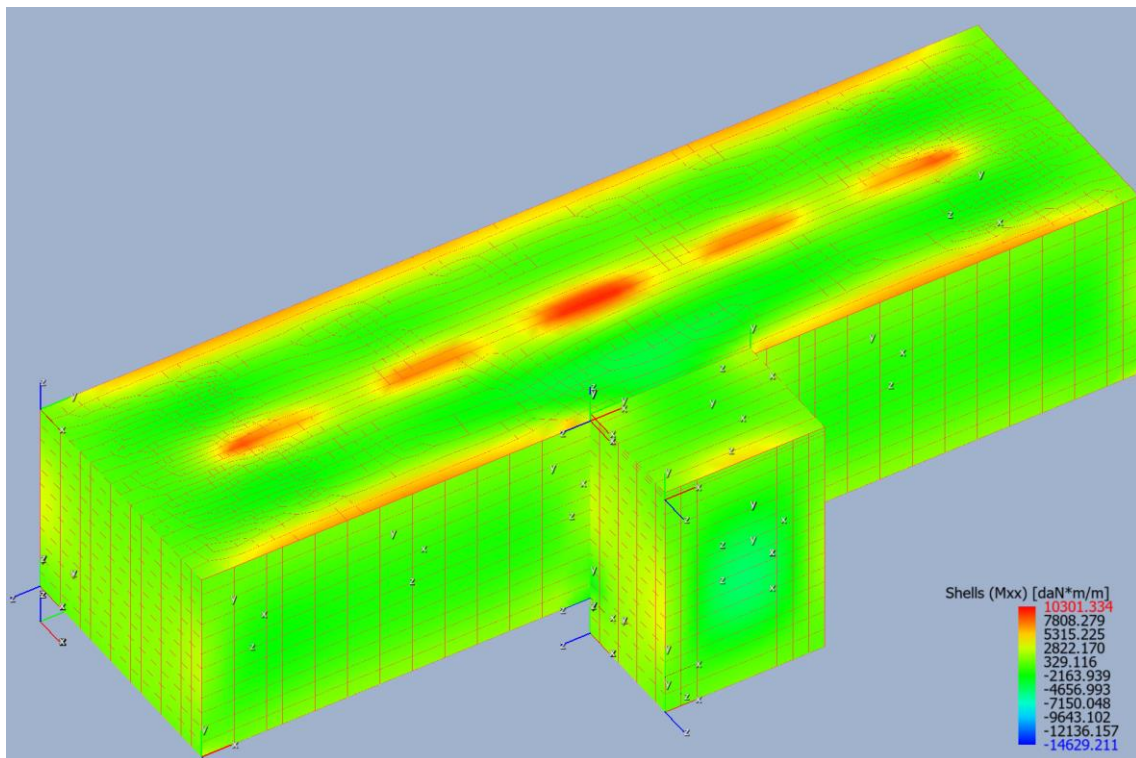
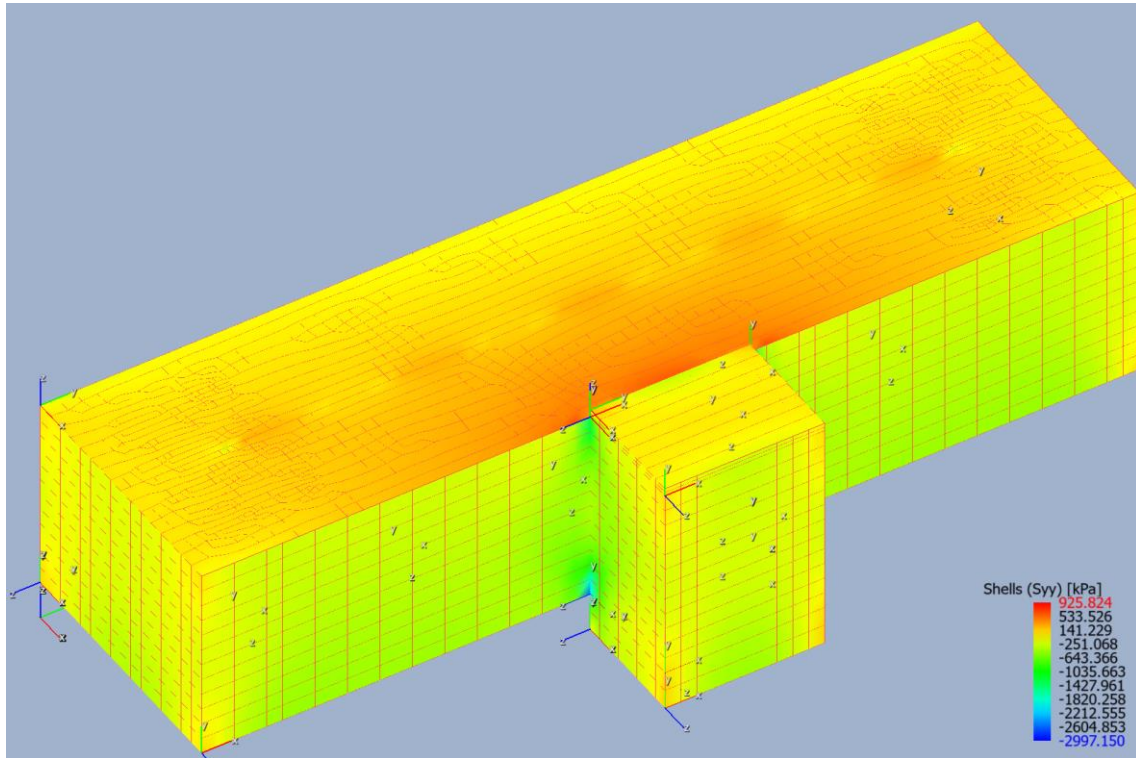
01

V ZZ CL

SN0100 001

E

33 DI 64



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

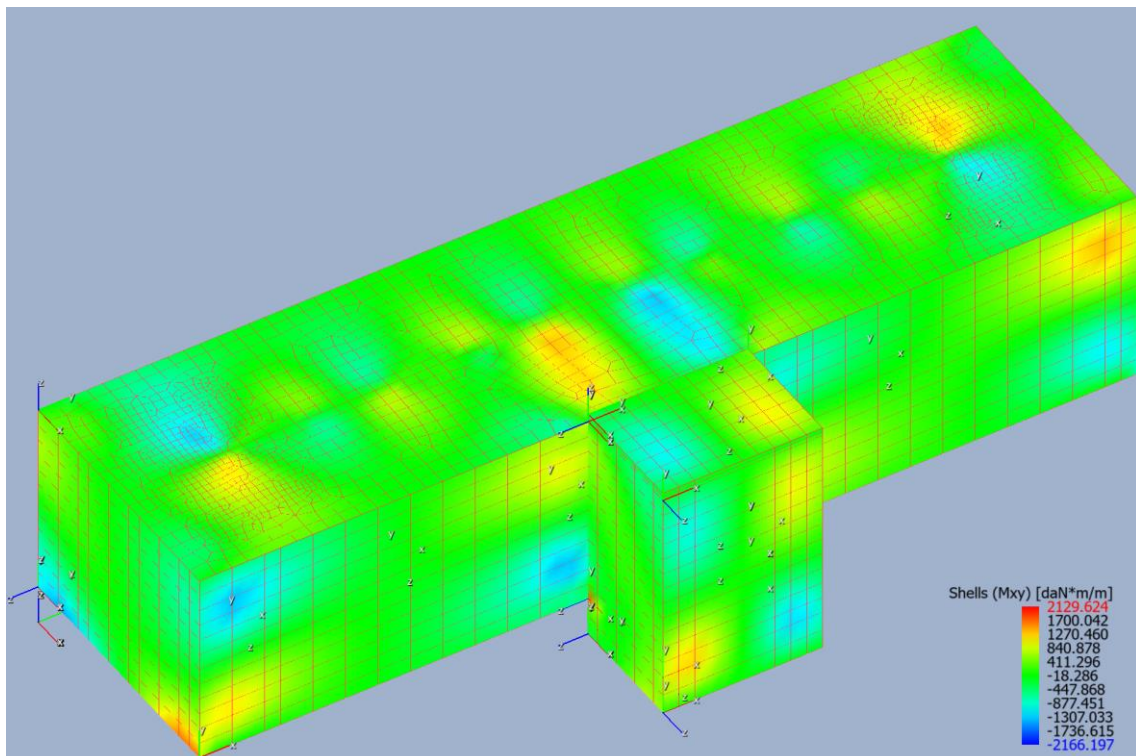
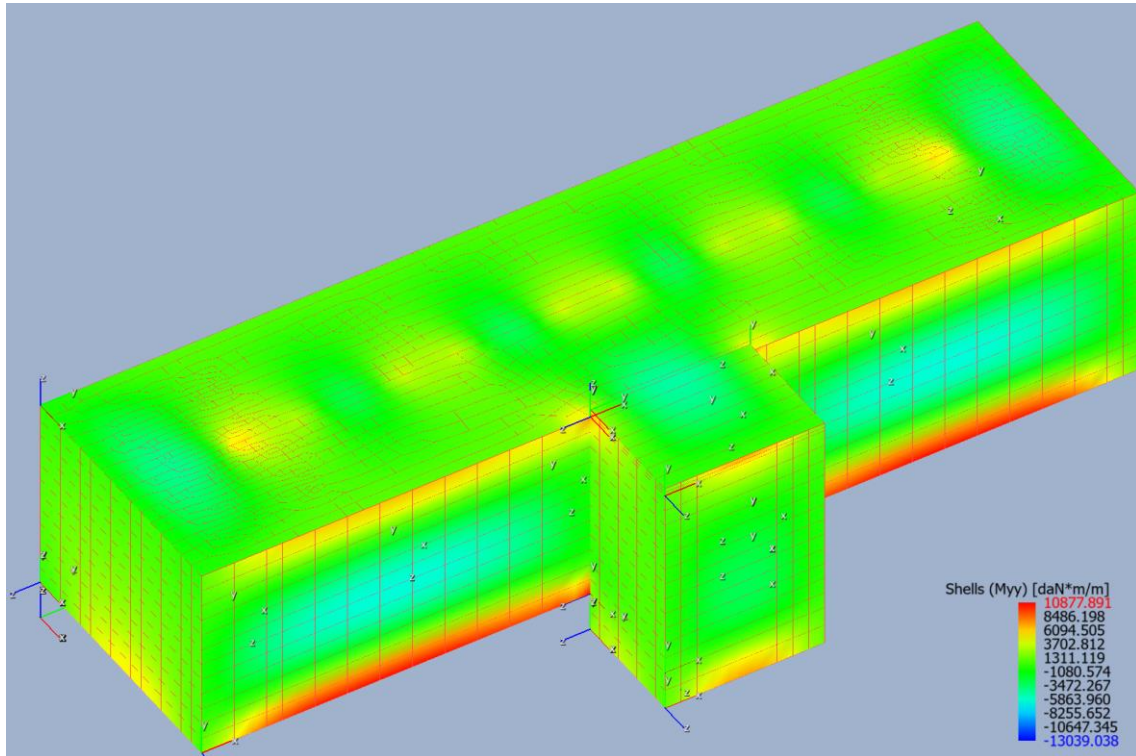
Technital SpA

HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	34 DI 64



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

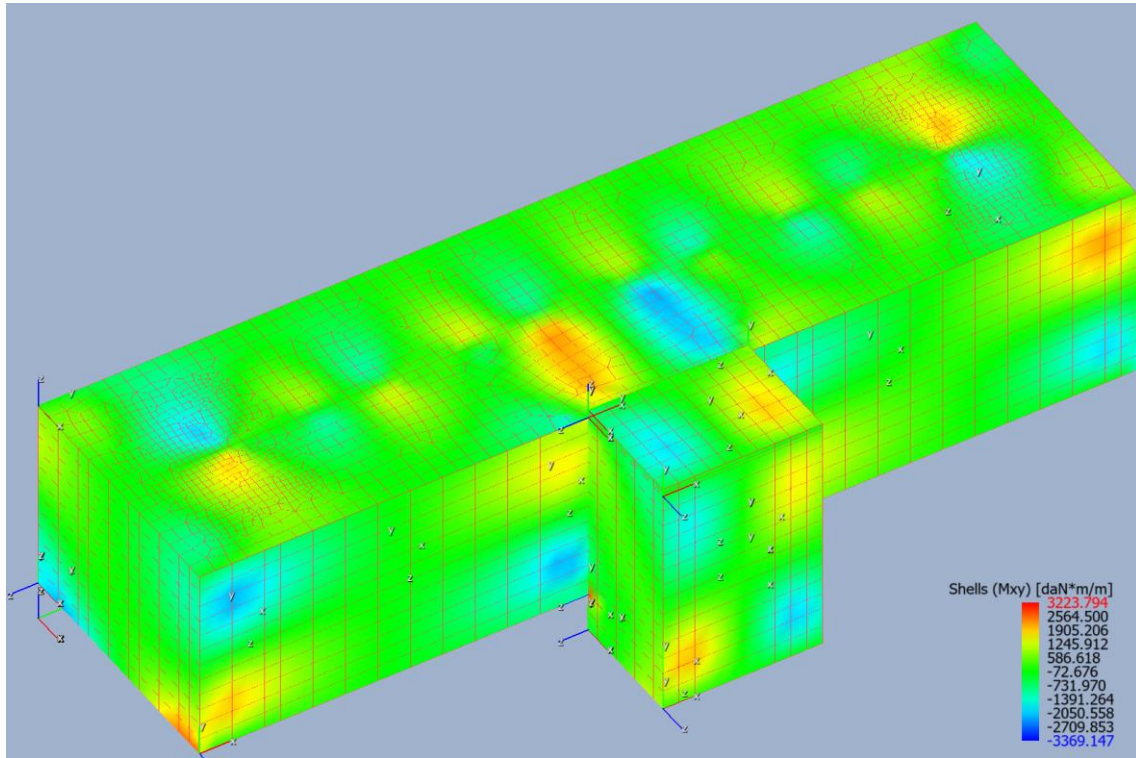
Technital SpA

HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	35 DI 64

Relazione di calcolo vasca "NE" - 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

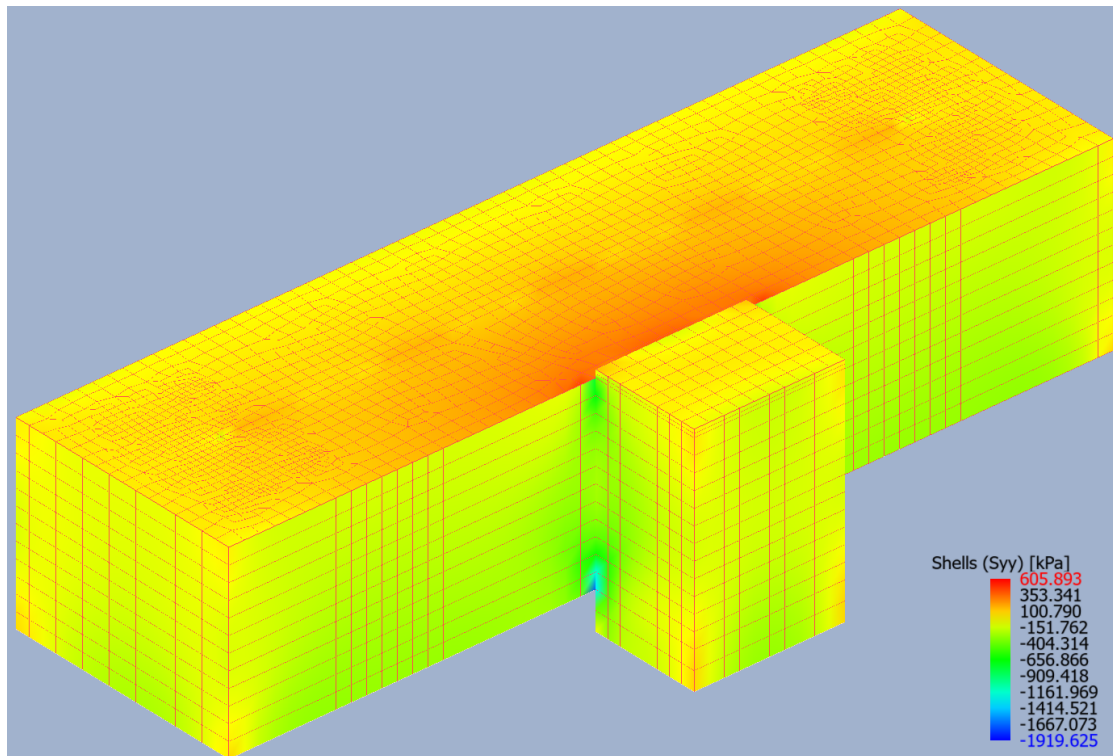
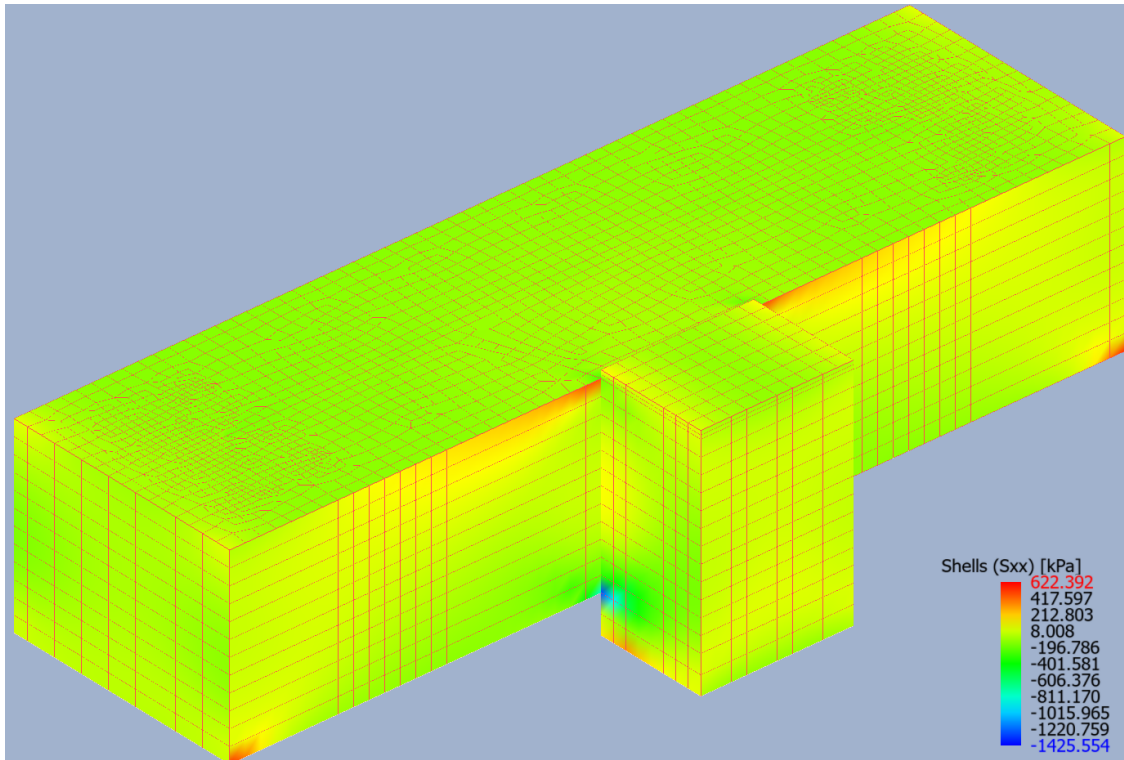
HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	36 DI 64

Relazione di calcolo vasca "NE" - 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

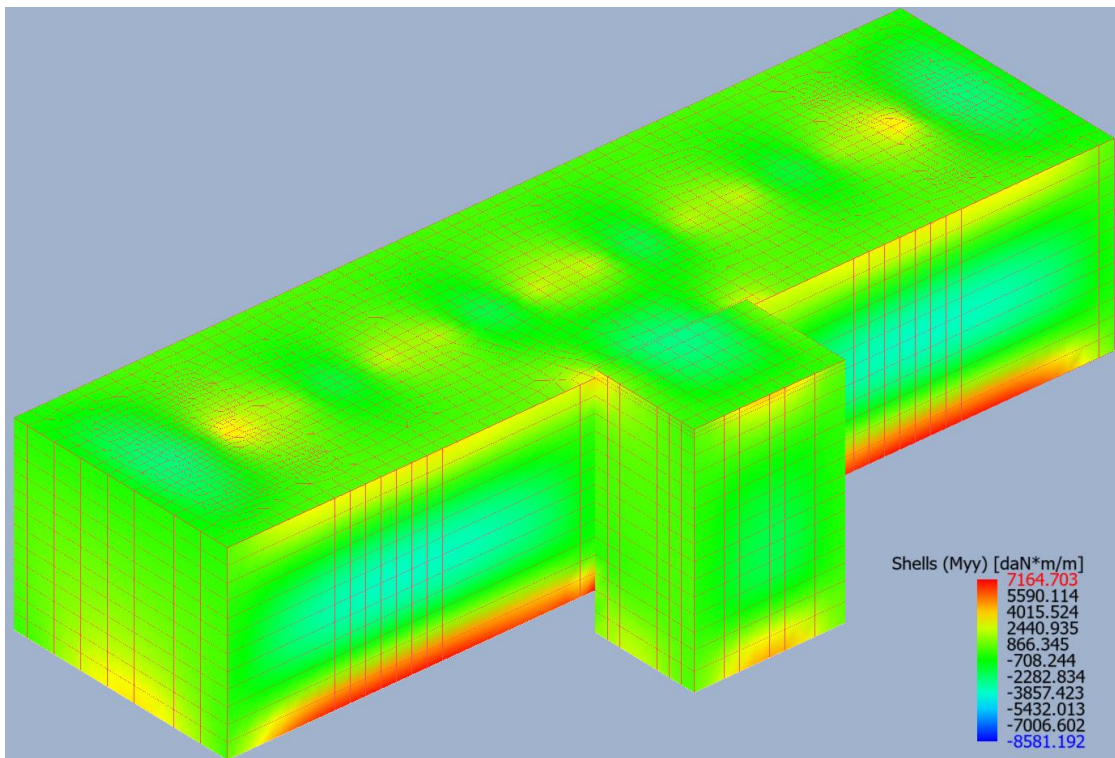
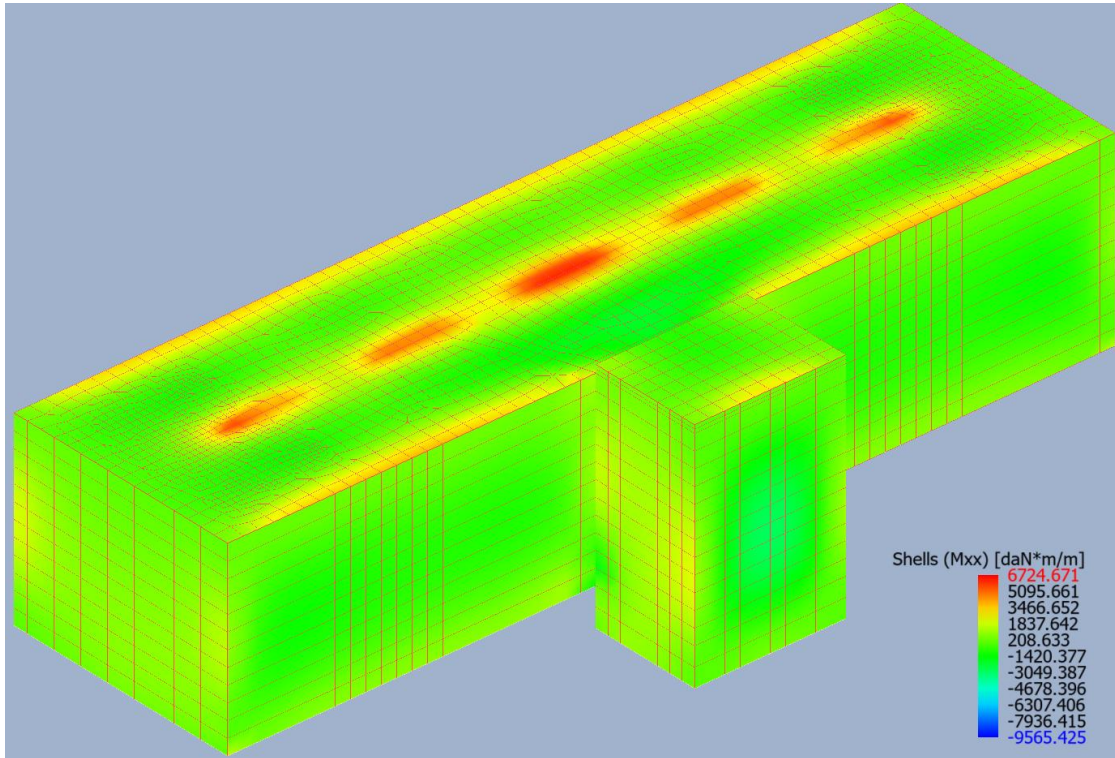
Technital SpA

HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	37 DI 64



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

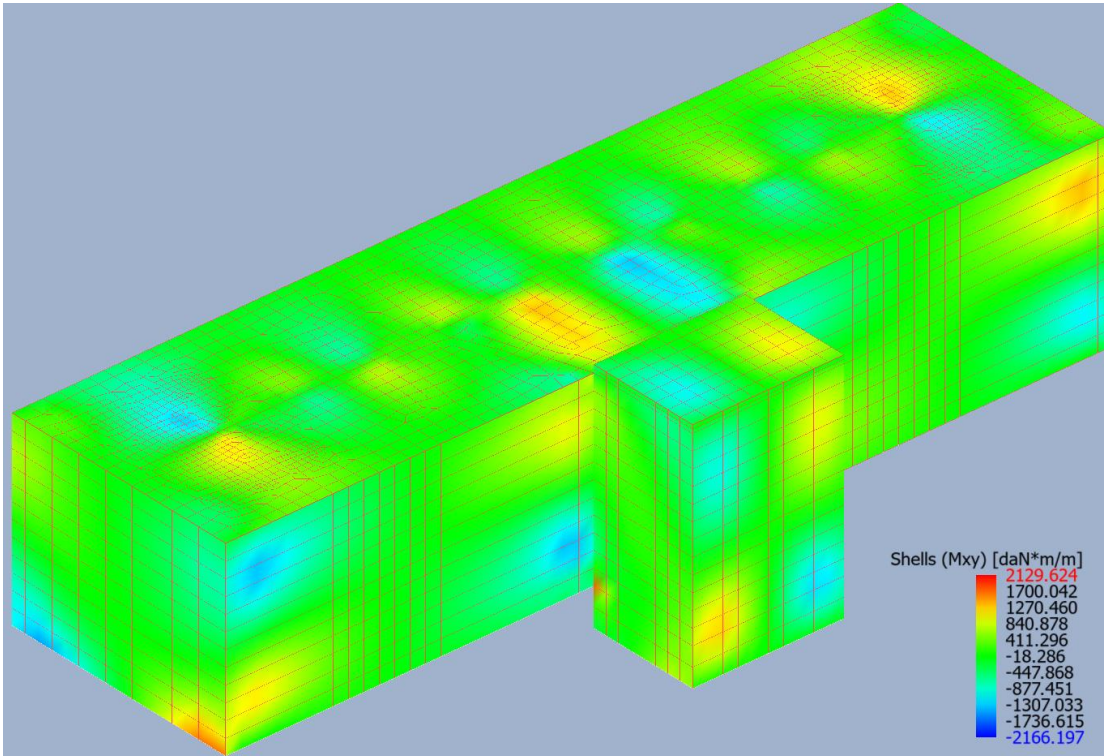
Technital SpA

HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	38 DI 64

Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI				
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. FOGLIO E 39 DI 64

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.

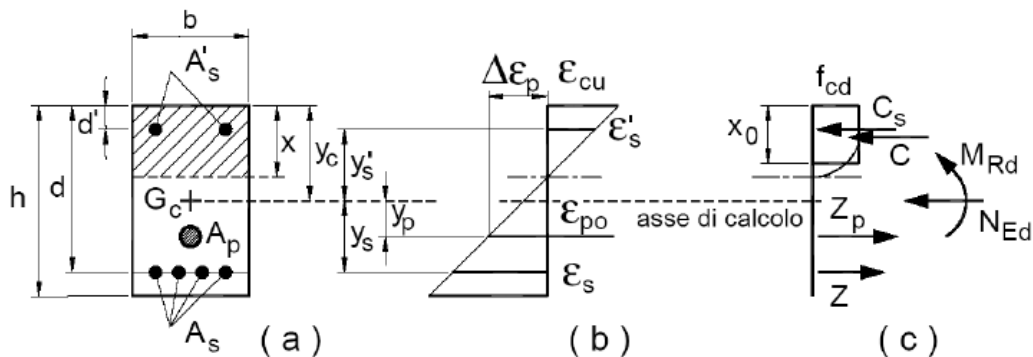


Figura 6. Schema per la valutazione della capacità resistente di una sezione presso-inflessa.

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-

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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 40 DI 64

pilastro). Tuttavia le sollecitazioni determinate in condizioni sismiche non sono dimensionanti per la struttura; 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} .

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

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

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 $0.5f_{cd}$;
- α è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- θ 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: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 41 DI 64

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).

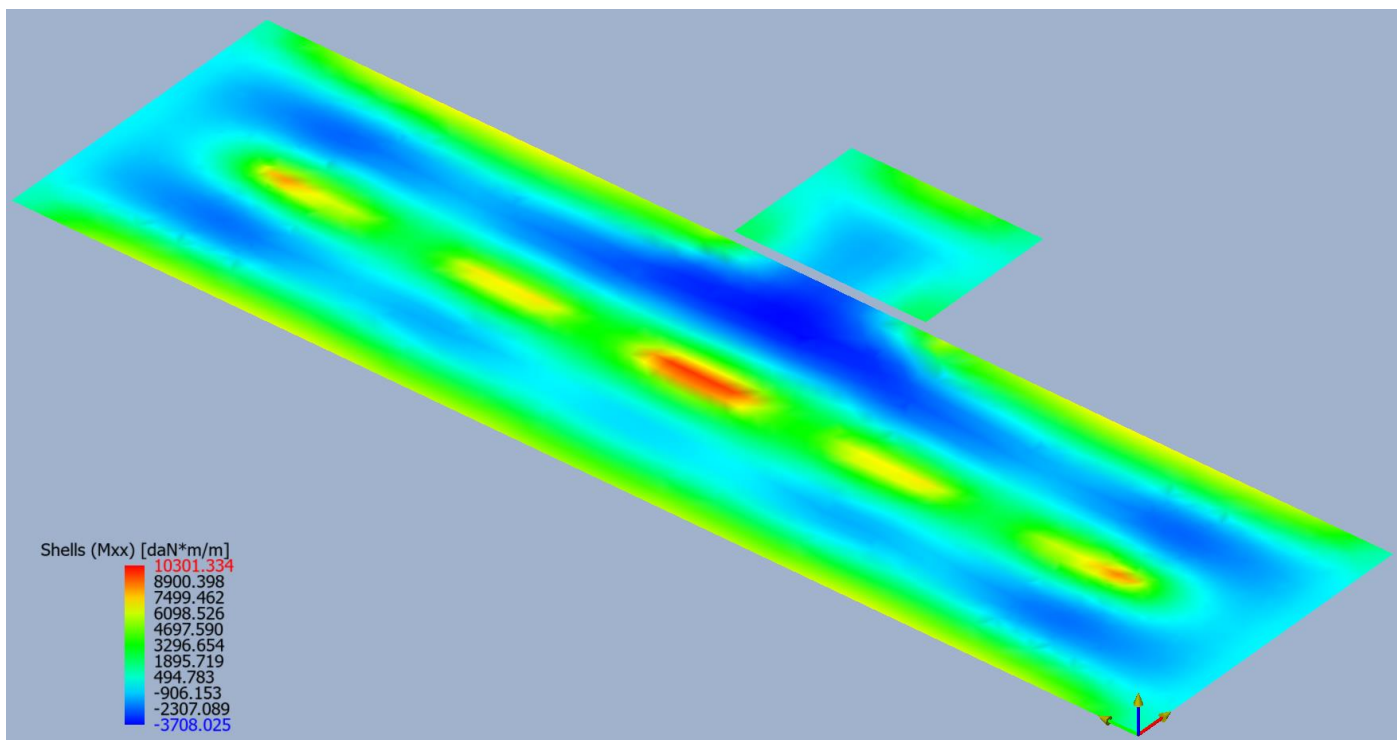
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 44 DI 64

8.3 VERIFICHE

8.3.1 Soletta Superiore

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

8.3.1.1 Verifica a Flessione



Simbologia:

Muro	Indice del muro in verifica
Nodi	[n1-n2-n3-n4...] Indici dei nodi di attacco del muro
Pann.X	Numero di pannelli in direzione locale X del muro(per muri a pannelli)
Pann.Y	Numero di pannelli in direzione locale Y del muro(per muri a pannelli)
Pann	Numero totale di pannelli (per muri a mesh)
Spess [cm]	Spessore del muro
Criterio	Criterio di verifica adottato per la verifica
Pannello	Indice del pannello
Nx [daN]	Sforzo in direzione x locale per metro lineare (Nx=sxx*spessore)
Ny [daN]	Sforzo in direzione y locale per metro lineare (Ny=syy*spessore)
Nxy [daN]	Sforzo tagliante locale per metro lineare (Nxy=sxy*spessore)
Mx [daN*m]	Momento in direzione x locale per metro lineare
My [daN*m]	Momento in direzione y locale per metro lineare
Mxy [daN*m]	Momento torcente locale per metro lineare
Ax [m^2]	Armatura totale pannello in direzione x locale (¹)

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	45 DI 64

Ay [m ²]	Armatura totale pannello in direzione y locale (1)
εc	Deformazione nel cls (2)
εf	Deformazione nell'acciaio (2)
Massimi	Armature massime riscontrate nel muro
Massimo	massima sigma ideale riscontrata nel muro
σid+,σid- [MPa]	$(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x * \sigma_y + 3 * \tau_{xy}^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Acciaio)
σid+,σid- [MPa]	$(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x * \sigma_y + 3 * \tau_{xy}^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Legno)
Fatt.Ampl.Sisma	Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)
Cs	Coefficiente di sicurezza definito dal rapporto Mr(N) / Md (Mr(N)=Momento resistente corrispondente allo sforzo normale N,Md=momento agente), quando richiesto dal criterio di verifica
ζE	Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica

Note Verifica muri:

(1): Le armature Ax ed Ay vanno intese come a metro lineare di pannello.

(2):Le deformazioni sono stampate a meno del fattore 10⁻³; esse si riferiscono alla verifica considerando quali sollecitazioni di progetto Mx,d=Mx +/- |Mxy|,My,d=My +/- |Mxy| scegliendo il segno in modo tale da rendere massimo in valore assoluto il relativo momento flettente,le sollecitazioni stampate si riferiscono alle sollecitazioni in una data combinazione riferite al sistema locale del pannello

Muro: 22 - Nodi: [101-102-107-111-118-117] Pann=2048 Spessore=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		
49	-10639	8610	-3441	8792	5990	66	31.42	10.28	1	1.1
1	-6920	-1022	-1250	3939	-107	72	31.42	10.28	1	6.5
19	-8195	18601	-3288	5043	1438	-684	31.42	24.28	1	4.6

Muro: 23 - Nodi: [120-121-122-119] Pann=80 Spessore=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		
27	-8142	-666	71	-1020	-3865	742	31.42	10.28	1	1.9
1	5453	4884	-1756	2096	2105	-714	31.42	10.28	1	2.6

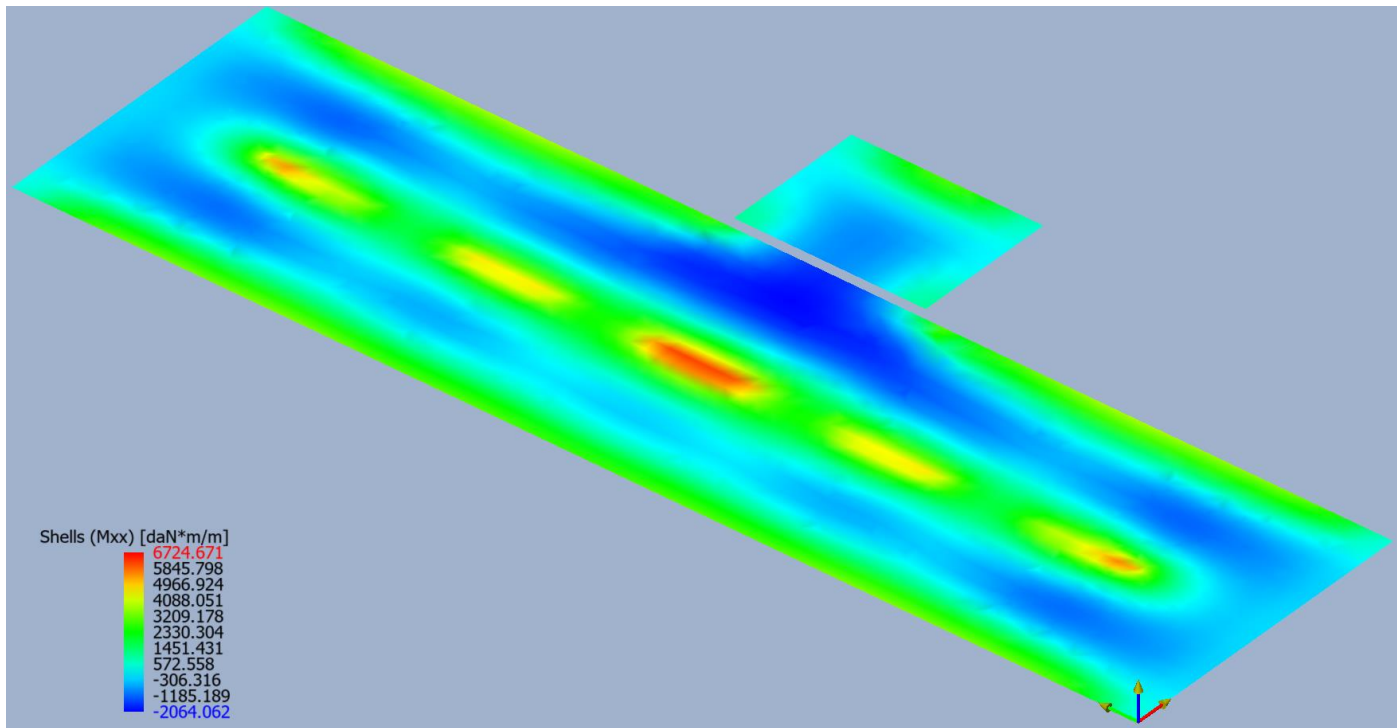
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 46 DI 64

8.3.1.2 Verifica a Taglio

VERIFICA				
4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio		Ved	395.10	[kN]
Verifica		VRd > VEd		[4.1.26 NTC]
Tipologia armature a Taglio	SAGOMATI			
Altezza utile della sezione		d	440.00	mm
Diametro delle Sagomati		\varnothing_{sw}	16.00	mm
sagomati a met ro		n.sag	5.00	[-]
Area sezione trasversale armatura a taglio		Aw	1005.31	mm ²
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]		$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5$	2.30	ok
Coefficiente caut elativo		α_c	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridotta		$f'_{cd} = 50\% \cdot f_{cd}$	9.41	N/mm ²
$VR_{sd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \text{sen}(\alpha)$	[4.1.27 NTC]	VR _{sd}	1454.48	kN
$VR_{cd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot ((\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) / (1 + \text{ctg}^2(\theta)))$	[4.1.28 NTC]	VR _{cd}	1953.44	kN
$VR_d = \min(VR_{sd}; VR_{cd})$	[4.1.29 NTC]	$VR_d = \min(VR_{sd}; VR_{cd})$	1454.48	kN
Tasso di sfruttament o		VEd/VRd	0.27	[-]
Coefficiente di sicurezza ed Esito verifica	VRd/VEd		3.68	ok

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	47 DI 64

8.3.1.3 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio



Simbologia

P.	Numero pannello
Nx [kPa]	Sforzo normale in direzione x
Ny [kPa]	Sforzo normale in direzione y
Nxy [kPa]	Sforzo tagliante in direzione xy
Mx [daN]	Momento flettente in direzione x
My [daN]	Momento flettente in direzione y
Mxy [daN]	Momento torcente
Afx [cmq/m]	Area acciaio in direzione x per metro lineare
Afy [cmq/m]	Area acciaio in direzione y per metro lineare
σ_c [MPa]	Tensione nel calcestruzzo compresso
σ_f [MPa]	Tensione nell'acciaio
σ_{ct} [MPa]	Tensione nel calcestruzzo teso
σ_{sct} [MPa]	Tensione nel calcestruzzo teso (quando richiesto dalla verifica)
σ_{sca} [MPa]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo
σ_{sfa} [MPa]	Tensione ammissibile nell'acciaio
σ_{scta} [MPa]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo teso
Cbc	Combinazione generatore della tensione nel cls compresso
Cbct	Combinazione generatore della tensione nel cls teso
Cbf	Combinazione generatore della tensione nell'acciaio
Cb	Combinazione
σ_{sfmed} [MPa]	Tensione media dell'acciaio
Wd [mm]	Apertura delle fessure

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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 48 DI 64

Wk [mm] Apertura caratteristica delle fessure
 Wamm_Freq [mm] Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Frequente
 Wamm_Qp [mm] Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Quasi Permanente
 Wamm_Rara [mm] Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Rara
 Cs Coefficiente di sicurezza definito come minimo di σ_{Amm}/σ tra acciaio e calcestruzzo oppure Wamm/Wk

Soletta: 22 - Nodi: [101-102-107-111-118-117] Pann=2048 Spessore=50cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi più gravosi

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

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
76	31.42	10.28	-3	169	41	41	Si	2.1
49	31.42	10.28	-2	246	41	41	Si	1.5

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

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	σ_c	σ_{ct}	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
76	-107.3	145.6	4.7	6725	2019	-77	31.42	10.28	-2	1	41	Si	2.6

Soletta: 23 - Nodi: [120-121-122-119] Pann=80 Spessore=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	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
6	31.42	10.28	-2	100	41	41	Si	3.6
26	31.42	10.28	-2	122	41	41	Si	3.0

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

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	σ_c	σ_{ct}	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
16	-104.6	-13.9	2.3	-852	-2692	72	31.42	10.28	-1	0	41	Si	5.2

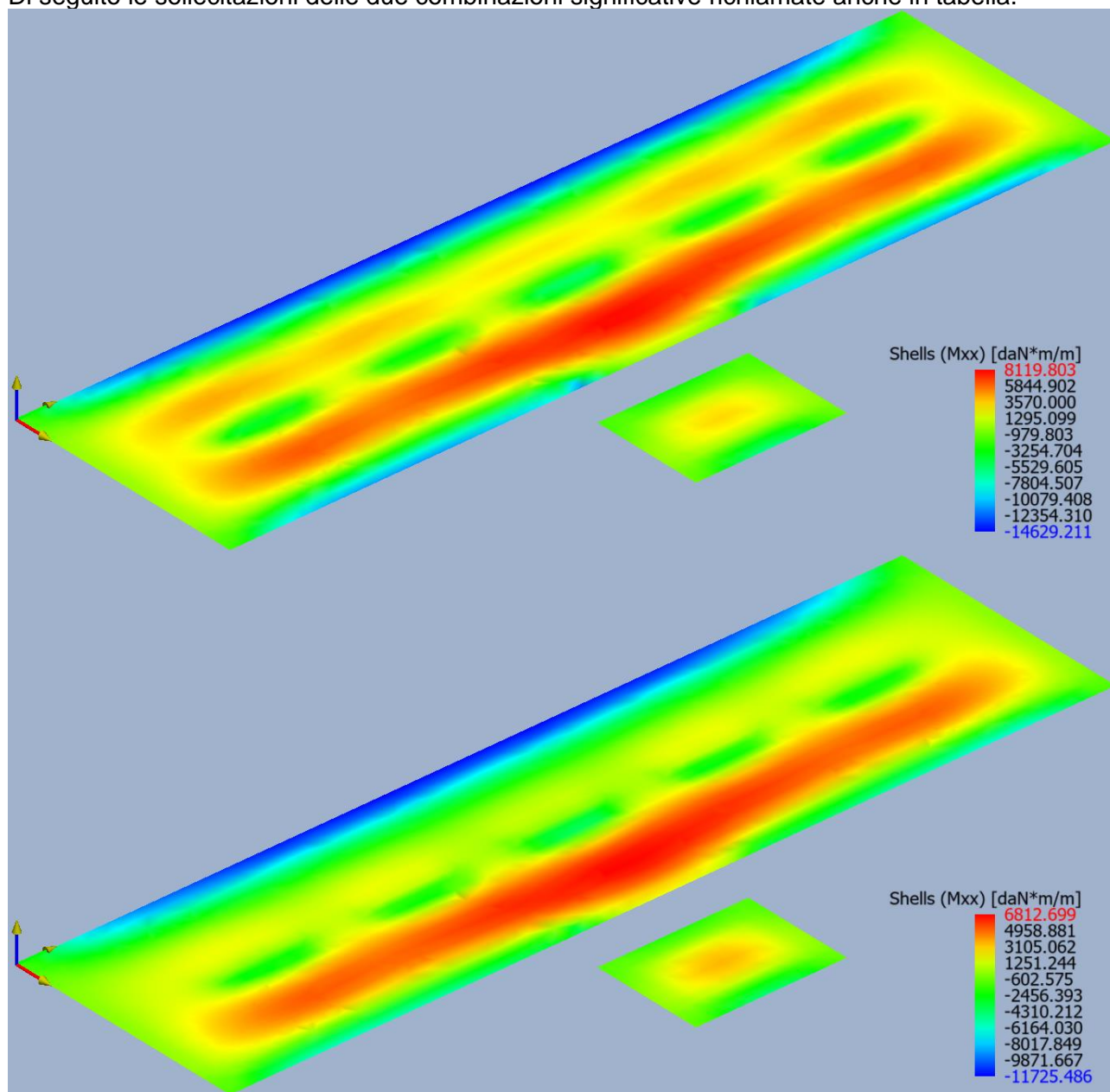
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 49 DI 64

8.3.2 Soletta di Fondazione

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	40.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

8.3.2.1 Verifica a Flessione

Di seguito le sollecitazioni delle due combinazioni significative richiamate anche in tabella.



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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 50 DI 64

Muro [Platea]: 24 - Nodi: [19-20-33-34-22-21] Pann=2048 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		
267	2420	24028	-2818	-1268	-1491	1357	31.42	10.28	47	1.1
1	-13882	6476	-2539	-6417	-147	1053	31.42	10.28	1	3.7
150	-1083	30012	-6395	201	2830	-159	31.42	14.28	1	1.7

Muro [Platea]: 25 - Nodi: [7-8-12-11] Pann=80 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		
44	-12068	-2388	630	2833	3209	817	31.42	10.28	1	2.2
1	9983	-9039	-10029	-1771	-1758	-733	31.42	10.28	1	4.1

8.3.2.2 Verifica a Taglio

VERIFICA				
4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio		Ved	293.77	[KN]
Verifica		VRd > VEd		[4.1.26 NTC]
Tipologia armature a Taglio	SAGOMATI			
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 ²
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 cautelativo		αc	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridotta		F'cd=50%*fcd	9.41	N/mm ²
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+ctg ² (θ)))	[4.1.28 NTC]	VRcd	1953.44	kN
VRd = min (VRsd; VRcd)	[4.1.29 NTC]	VRd = min (VRsd; VRcd)	1454.48	kN
Tasso di sfruttamento		VEd/VRd	0.20	[-]
Coefficiente di sicurezza ed Esito verifica	VRd/VEd		4.95	ok

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	51 DI 64

8.3.2.3 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio

Muro [Platea]: 24 - Nodi: [19-20-33-34-22-21] Pann=2048 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
219	31.42	10.28	-4	116	41	41	Si	3.1
152	31.42	14.28	-0	237	41	41	Si	1.5

Verifica formazione fessure: σ_{ct} [MPa]=3

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	σ_c	σ_{ct}	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
228	-241.3	-29.4	4.1	-9565	-1150	42	31.42	10.28	-2	1	41	Si	2.0

Muro [Platea]: 25 - Nodi: [7-8-12-11] Pann=80 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
36	31.42	10.28	-2	79	41	41	Si	4.6
46	31.42	10.28	-1	88	41	41	Si	4.1

Verifica formazione fessure: σ_{ct} [MPa]=3

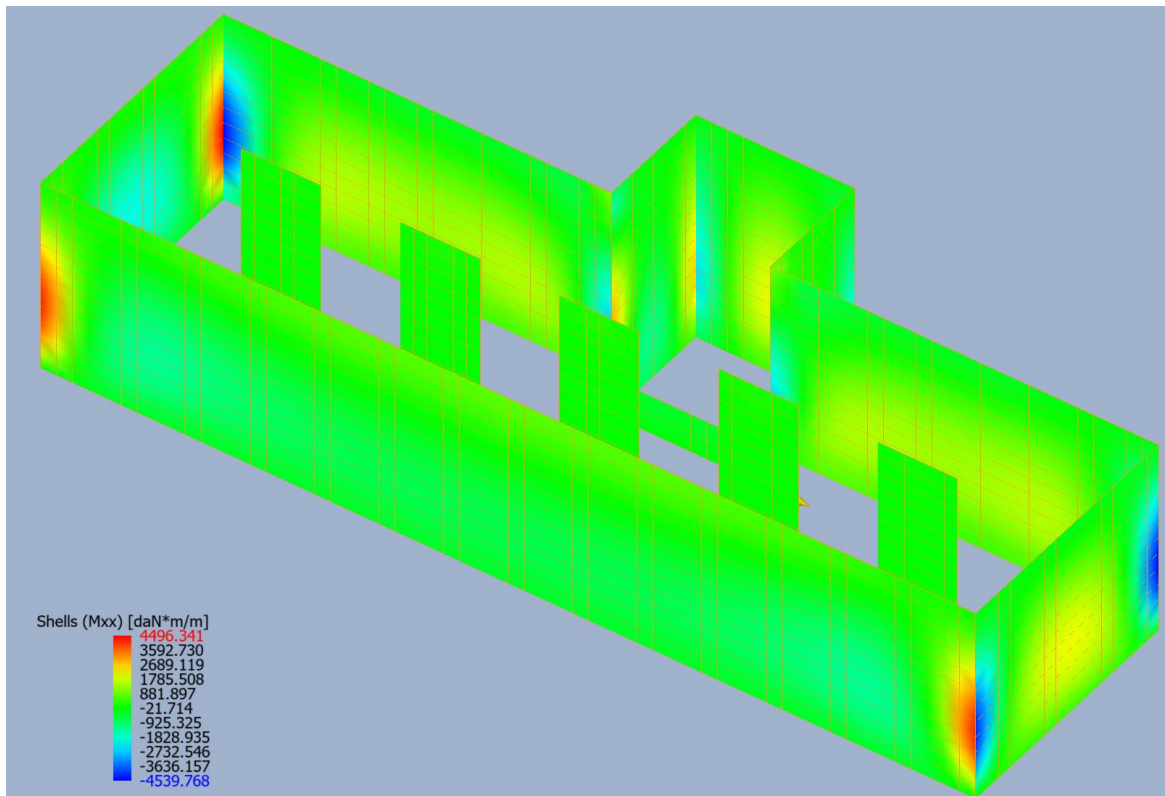
P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	σ_c	σ_{ct}	Cb	Ver	Cs
	kPa	kPa	kPa	daN	daN	daN	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa			
75	-155.6	-63.0	4.6	-3873	153	142	31.42	10.28	-1	0	41	Si	5.3

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI				
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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. FOGLIO E 52 DI 64

8.3.3 Piedritti

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	40.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

8.3.3.1 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

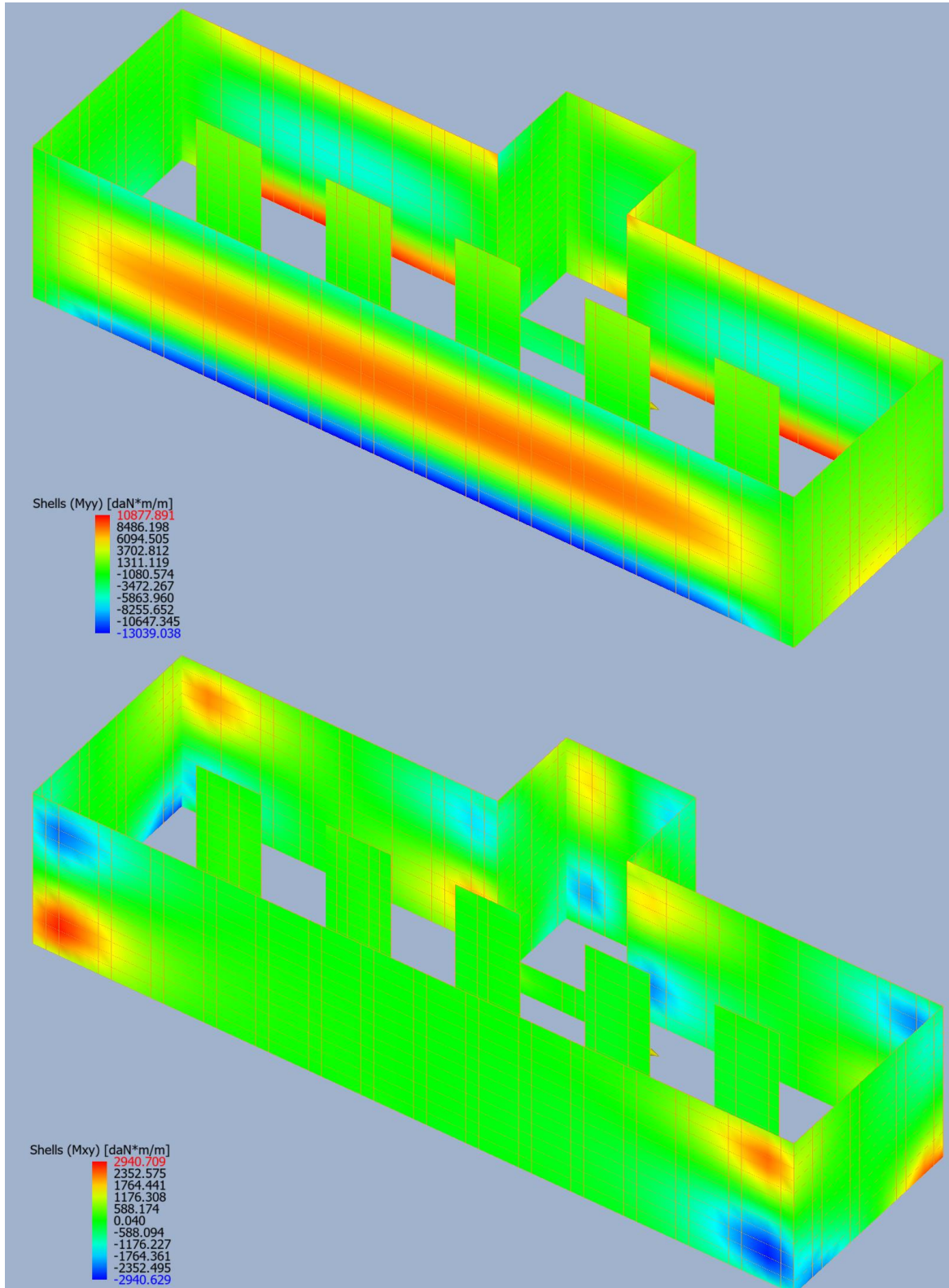
Technital SpA

HUB
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	53 DI 64



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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 54 DI 64

Muro: 1 - Nodi: [19-20-102-101] Pann=192 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		
145	1565	-11732	3812	602	3477	1910	31.42	10.28	21	2.0
1	648	2432	618	142	334	-1788	31.42	10.28	1	3.7

Muro: 2 - Nodi: [21-22-118-117] Pann=192 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		
145	1539	-11671	3813	-601	-3474	-1907	31.42	10.28	21	2.0
1	650	2426	623	-142	-335	1788	31.42	10.28	1	3.7

Muro: 3 - Nodi: [19-21-117-101] Pann=696 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		
85	-1976	-19371	-159	-1327	-11365	-775	31.42	10.28	1	1.0
1	688	-1519	1506	-224	-2182	-1592	31.42	10.28	1	2.3
97	-2163	-19088	-40	-1366	-11616	-626	31.42	12.28	1	1.1

Muro: 4 - Nodi: [20-33-107-102] Pann=288 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		
157	-8010	-21486	333	1184	10545	-209	31.42	10.28	1	1.2
1	18298	1678	7700	1316	2106	1078	31.42	10.28	1	2.5

Muro: 5 - Nodi: [34-22-118-111] Pann=288 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		
121	-8009	-21489	-337	1185	10548	207	31.42	10.28	1	1.2
1	-26081	-47402	-4163	-657	8651	140	31.42	10.28	48	2.0

Muro: 6 - Nodi: [23-24-104-103] Pann=72 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		
61	539	2229	-544	-117	-3280	186	31.42	10.28	42	2.3
1	174	815	166	-63	-2082	-116	31.42	10.28	42	3.7

Muro: 7 - Nodi: [25-26-106-105] Pann=72 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		
61	350	2420	-480	-157	-4498	257	31.42	10.28	42	1.7
1	352	2225	430	-139	-3883	-245	31.42	10.28	42	1.9

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	55 DI 64

Muro: 8 - Nodi: [27-28-110-109] Pann=72 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		
1	-122	1155	-7	-177	-4631	-286	31.42	10.28	42	1.7

Muro: 9 - Nodi: [29-30-114-113] Pann=72 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		
1	344	2424	465	-156	-4489	-258	31.42	10.28	42	1.7

Muro: 10 - Nodi: [31-32-116-115] Pann=72 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		
1	541	2229	545	-117	-3280	-186	31.42	10.28	42	2.3

Muro: 15 - Nodi: [33-35-108-107] Pann=96 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		
12	-28302	-37703	13386	709	5543	489	31.42	10.28	1	2.7
1	-80405	-66299	-33704	-1087	2783	991	31.42	10.28	1	5.7

Muro: 16 - Nodi: [34-36-112-111] Pann=96 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		
12	-28182	-37597	13243	-706	-5563	-481	31.42	10.28	1	2.7
1	-80134	-66293	-33476	1108	-2748	-982	31.42	10.28	1	5.8

Muro: 17 - Nodi: [35-36-112-108] Pann=120 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		
48	-2764	-12164	-1062	-148	3435	-515	31.42	10.28	1	2.8
1	1818	-2612	1746	584	205	1676	31.42	10.28	1	4.8

Verifica SLE

Muro: 1 - Nodi: [19-20-102-101] Pann=192 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_c [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
97	31.42	10.28		-2	60	41	41	Si 6.0

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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 56 DI 64

Muro: 2 - Nodi: [21-22-118-117] Pann=192 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
97	31.42	10.28	-2	60	41	41	Si	6.0

Muro: 3 - Nodi: [19-21-117-101] Pann=696 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
409	31.42	12.28	-5	238	41	41	Si	1.5
385	31.42	12.28	-5	239	41	41	Si	1.5

Muro: 4 - Nodi: [20-33-107-102] Pann=288 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
145	31.42	10.28	-4	189	41	41	Si	1.9

Muro: 5 - Nodi: [34-22-118-111] Pann=288 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
133	31.42	10.28	-4	189	41	41	Si	1.9

Muro: 6 - Nodi: [23-24-104-103] Pann=72 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
61	31.42	10.28	-1	-3	41	41	Si	14
63	31.42	10.28	-1	1	41	41	Si	22

Muro: 7 - Nodi: [25-26-106-105] Pann=72 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				

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 "NE" - Campus	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO SN0100 001	REV. E	FOGLIO 57 DI 64

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
61	31.42	10.28	-2	-2	41	41	Si	13
48	31.42	10.28	-1	4	41	41	Si	32

Muro: 8 - Nodi: [27-28-110-109] Pann=72 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
1	31.42	10.28	-2	-3	41	41	Si	12
36	31.42	10.28	-1	3	41	41	Si	32

Muro: 9 - Nodi: [29-30-114-113] Pann=72 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
1	31.42	10.28	-2	-3	41	41	Si	13
36	31.42	10.28	-1	4	41	41	Si	33

Muro: 10 - Nodi: [31-32-116-115] Pann=72 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
1	31.42	10.28	-1	-3	41	41	Si	14
3	31.42	10.28	-1	1	41	41	Si	22

Muro: 11 - Nodi: [7-8-35-33] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
7	31.42	10.28	-1	25	41	41	Si	15
15	31.42	10.28	-0	36	41	41	Si	10

Muro: 12 - Nodi: [11-12-36-34] Pann=16 Spess.=50 cm, Materiale=C32/40

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara: σ_{ca} [MPa]=20 σ_{fa} [MPa]=360

P.	Afx	Afy	σ_c	σ_f	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
7	31.42	10.28	-1	25	41	41	Si	15
15	31.42	10.28	-0	36	41	41	Si	10

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	59 DI 64

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
47	100	46314	--	203488	1232704	203488	--	--	10.00	--	4.4
47	350	39220	--	203488	1229269	203488	--	--	10.00	--	5.2
47	600	29391	--	203488	1226496	203488	--	--	10.00	--	6.9

Parete 4 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	46322	--	203488	1232701	203488	--	--	10.00	--	4.4
47	350	39217	--	203488	1229268	203488	--	--	10.00	--	5.2
47	600	29386	--	203488	1226494	203488	--	--	10.00	--	6.9

Parete 5 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
48	100	2	--	735689	4487196	735689	--	--	10.00	--	>100
48	350	2	--	735689	4469266	735689	--	--	10.00	--	>100
48	600	2	--	735689	4451247	735689	--	--	10.00	--	>100

Parete 13 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	33814	--	305233	1864149	305233	--	--	10.00	--	9.0
47	350	44129	--	305233	1855167	305233	--	--	10.00	--	6.9
47	600	43369	--	305233	1848506	305233	--	--	10.00	--	7.0

Parete 16 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	33842	--	305233	1864149	305233	--	--	10.00	--	9.0
47	350	44135	--	305233	1855166	305233	--	--	10.00	--	6.9
47	600	43402	--	305233	1848515	305233	--	--	10.00	--	7.0

Parete 6 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
21	100	2865	--	62612	390128	62612	--	--	10.00	--	22
21	350	2865	--	62612	388503	62612	--	--	10.00	--	22
21	600	2865	--	62612	386878	62612	--	--	10.00	--	22

Parete 7 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
22	100	247	--	62612	386895	62612	--	--	10.00	--	>100
22	350	247	--	62612	385270	62612	--	--	10.00	--	>100
22	600	247	--	62612	383645	62612	--	--	10.00	--	>100

Parete 8 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	α_S	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
47	100	3	--	62612	389271	62612	--	--	10.00	--	>100
47	350	3	--	62612	388021	62612	--	--	10.00	--	>100

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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	60 DI 64

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
47	600	3	--	62612	386771	62612	--	--	10.00	--	>100

Parete 9 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
22	100	244	--	62612	386893	62612	--	--	10.00	--	>100
22	350	244	--	62612	385268	62612	--	--	10.00	--	>100
22	600	244	--	62612	383643	62612	--	--	10.00	--	>100

Parete 10 [Muro]: Htot.=5.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
21	100	2865	--	62612	390131	62612	--	--	10.00	--	22
21	350	2865	--	62612	388506	62612	--	--	10.00	--	22
21	600	2865	--	62612	386881	62612	--	--	10.00	--	22

Parete 2 [Muro]: Htot.=6.20 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
1	0	8728	--	93918	571880	93918	--	--	10.00	--	11
21	100	9439	--	93918	568813	93918	--	--	10.00	--	9.9
48	300	24384	--	93918	569360	93918	--	--	10.00	--	3.9
21	600	24393	--	93918	566712	93918	--	--	10.00	--	3.9

Parete 3 [Muro]: Htot.=6.20 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
1	0	8723	--	93918	571883	93918	--	--	10.00	--	11
21	100	9422	--	93918	568816	93918	--	--	10.00	--	10.0
48	300	24369	--	93918	569357	93918	--	--	10.00	--	3.9
21	600	24378	--	93918	566710	93918	--	--	10.00	--	3.9

Parete 19 [Muro]: Htot.=6.20 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
48	0	9	--	125224	757669	125224	--	--	10.00	--	>100
48	100	10	--	125224	756617	125224	--	--	10.00	--	>100
48	300	7	--	125224	756804	125224	--	--	10.00	--	>100
48	600	6	--	125224	756505	125224	--	--	10.00	--	>100

Parete 14 [Muro]: Htot.=1.00 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
48	0	8	--	125224	755491	125224	--	--	10.00	--	>100
48	50	8	--	125224	754991	125224	--	--	10.00	--	>100
48	100	43	--	125224	752846	125224	--	--	10.00	--	>100

Parete 15 [Muro]: Htot.=0.20 m fcd= 19 MPa: **Verificato**

Cmb.	Z	Td	Tc	VRd	VRcd	VRsd	VRDs	αS	Ast	AfSc.	Cs
	cm	daN	daN	daN	daN	daN	daN		cmq/m	cmq	
1	600	44	--	125224	752616	125224	--	--	10.00	--	>100

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	61 DI 64

8.4 ARMATURE

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

- Piedritti:
 - barre principali Ø20 passo 20cm con infittimento localizzati (da riportare nel Progetto costruttivo);
 - armatura di ripartizione Ø12 passo 20cm con infittimenti localizzati;
- Soletta superiore:
 - barre principali Ø20 passo 20cm con infittimento localizzati;
 - armatura di ripartizione Ø12 passo 22cm;
- Platea:
 - barre principali Ø20 passo 20cm con infittimento localizzati;
 - armatura di ripartizione Ø12 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/m³;
- Pareti laterali: 200 kg/m³;
- Solettone: 230 kg/m³.

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 "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	62 DI 64

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): 24.00 m [L] Lunghezza (dir x): 7.00 m

[D] Profondità (dir z): 6.00 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

Criterio di punzonamento: TERZAGHI Condizione di verifica: DRENATA

Stratigrafia del terreno

N.	γ_{nat}	γ_{sat}	φ	c'	c_u	H_{str}	E_{ed}	D_r
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

γ_{nat} : Peso specifico contenuto naturale d'acqua (kN/m³)

γ_{sat} : Peso specifico condizioni di saturazione d'acqua (kN/m³)

φ : angolo d'attrito interno (deg)

c' : Coesione drenata (kPa)

c_u : Coesione non drenata (kPa)

H_{str} : Spessore dello strato (m)

E_{ed} : Modulo edometrico (kPa)

D_r : Densità relativa

Dati geotecnici di calcolo strato equivalente

Medie ponderate svolte tra le quote 6.00 m e 54.00 m	γ	φ	c'	c_u	E_{ed}	D_r
	14.00	26.6	0.00		98066.50	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_y = Interpolazione da grafico di Terzaghi (1943)

Fattori di forma

$$S_c =$$

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

$$S_q =$$

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

$$S_y =$$

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

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

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

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

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

Fattori di inclinazione base fondazione

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

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

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

Fattori di inclinazione pendio

$$g_c = \quad g_q = (1 - g_q) / (N_q - 1)$$

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

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

Fattori di punzonamento

$$p_c = 2 \cdot N'_c / (3 \cdot N_c) \quad N'_c \text{ come } N_c \text{ ma determinato con } \varphi' = \arctan(2 \cdot \tan(\varphi) / 3)$$

$$p_q = N'_q / N_q \quad N'_q \text{ come } N_q \text{ ma determinato con } \varphi' = \arctan(2 \cdot \tan(\varphi) / 3)$$

$$p_y = N'_y / N_y \quad N'_y \text{ come } N_y \text{ ma determinato con } \varphi' = \arctan(2 \cdot \tan(\varphi) / 3)$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: <u> </u> Mandante: <u> </u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca "NE" - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	63 DI 64

Fattori riduttivi per sisma

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

q : pressione litostatica alla profondità D (6.00 m di imposta fondazione: 144.00 kPa)
 I valori di γ , ϕ , 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)
 π : valore di phi greco (3.14159...)
 V risultante dei tagli $\text{rad}q(\sqrt{V_x^2+V_y^2})$ - N sforzo normale
 $m=(m_1 \cdot \cos^2(\theta)+m_2 \cdot \sin^2(\theta))$ - dove $m_1=(2+L/B)/(1+L/B)$, $m_2=(2+B/L)/(1+B/L)$, θ angolo di V con la direzione di L

Verifiche a scorrimento

$H=\text{rad}q(\sqrt{V_x^2+V_y^2})$ - forza di scorrimento $R_{\text{scorr}}=N' \cdot \tan(b \cdot \phi)/\gamma_m + a \cdot c' \cdot B' \cdot L'$ - resistenza allo scorrimento
 $b=1.00$ - $b \cdot \phi$: angolo di attrito fondazione-terreno
 $\gamma_m=1.00$ - fattore parziale di sicurezza applicato a $\tan(b \cdot \phi)$
 $a=1.00$ - fattore riduttivo della coesione per ottenere l'adesione terreno-fondazione
 $N'=N \cdot \cos(\alpha)+V_y \cdot \sin(\alpha)$ - $V'_y=-N \cdot \sin(\alpha)+V_y \cdot \cos(\alpha)$ - α angolo inclinazione base fondazione

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

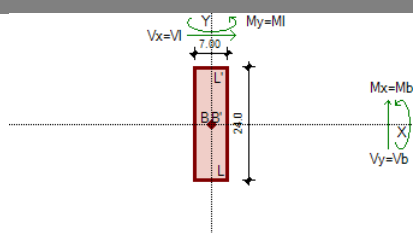
$N_c=$	23.179	$N_q=$	12.587	$N_y=$	12.947
$c'=$	0.00 kPa	$q=$	144.00 kPa	$q=$	14.00 kN/m ³

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 $B'=24.00$ m%; $L'=7.00$ m

N (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)	V_x (kN)	V_y (kN)			
30543.88					Riferimento globale		
30543.88					Riferimento locale		
Fattori s	Fattori d	Fattori i	Fattori b	Fattori g	Fattori p	Fattori e	Globali
c	1.158	1.285	1.000	1.000	1.000	0.387	0.576
q	1.146	1.262	1.000	1.000	1.000	0.436	0.630
y	0.883	1.000	1.000	1.000	1.000	0.274	0.242



$q_{ult}= 1295.32$ kPa	$Q_{ult}= 217612.90$ kN	$R=Q_{ult}/N = 7.125$	$> R3=2.3$
$H= 0.00$ kN	$R_{\text{scorr}}= 15268.57$ kN	$R=R_{\text{scorr}}/H= \text{Infinito}$	$> R3=1.1$
$H= 0.00$ kN	$R_{\text{scorr}}= 15268.57$ kN	$R=R_{\text{scorr}}/H= \text{Infinito}$	$> R3=1.1$

Le verifiche si assumono soddisfatte.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> 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 “NE” - Campus	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	V ZZ CL	SN0100 001	E	64 DI 64

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 Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni nelle combinazioni di carico per gli SLE specificate al §2.5.3 e Cd 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 Ed viene effettuato con l'ausilio del software di calcolo Iperspace considerando le combinazioni di carico agli SLE, mentre il valore di Cd 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 1.12 mm