

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i.

S.O. Corpo Stradale

PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI BARI

BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE

PIAZZALI TECNOLOGICI E FABBRICATI

FABBRICATI

Fabbricato tecnologico Fsol - Relazione di calcolo vasche con alto ricoprimento

SCALA:

-

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

IADR 00 D 29 CL FA0600 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione PD per AI	M.Botta <i>Michele Botta</i>	SETT '23	A.Benenato-A.Donnarumma <i>A. Benvenuto</i>	SETT '23	G.Dimaggio <i>Giorgio Dimaggio</i>	SETT '23	F.ARDUINI 29/09/2023 <i>F. Arduini</i> ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Direz. Tech. Fabbrico Arduini Ufficio Org. Impianti e Progettazione di Roma 11/09/2023

File: IADR00D29CLFA0600002A

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	5
3	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	8
3.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	9
4	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	11
4.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
4.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	11
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	12
5.1	CALCESTRUZZO.....	12
5.2	ACCIAIO .....	12
5.2.1	<i>Acciaio per cemento armato.....</i>	<i>12</i>
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	13
7	GEOMETRIA.....	15
8	INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA.....	16
9	ANALISI DEI CARICHI .....	17
9.1	PESO PROPRIO (DEAD) .....	17
9.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (PERM).....	17
9.3	SPINTA DEL TERRENO (SPTSX E SPTDX).....	18
9.4	CARICHI ACCIDENTALI (ACC).....	19
9.5	SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO (SP_ACC).....	20
9.6	AZIONE SISMICA .....	21
9.6.1	<i>Classificazione sismica.....</i>	<i>21</i>
9.6.2	<i>Forze d'inerzia .....</i>	<i>21</i>



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	2 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

9.6.3	<i>Spinta sismica del terreno (SP_SIS)</i> .....	24
9.7	AZIONE TERMICA.....	24
9.8	RITIRO DEL CALCESTRUZZO.....	25
10	COMBINAZIONI DI CARICO .....	26
10.1	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	37
11	VERIFICHE .....	39
11.1	VERIFICA ELEMENTI SPESSORE 50CM .....	39
11.2	VERIFICA ELEMENTI SPESSORE 100CM .....	46
12	RIEPILOGO INCIDENZE.....	55



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	3 di 55

## 1 PREMESSA

La linea ferroviaria Foggia – Bari attraversa a raso il territorio comunale di Bari nelle località Palese e Santo Spirito. La direttrice adriatica determina quindi una interruzione del tessuto urbano, con presenza di numerosi passaggi a livello, apportando pesanti ripercussioni sulla mobilità e sulla sicurezza degli abitanti.

Il progetto definitivo del “Nodo di Bari: Bari Nord - Variante di tracciato tra Santo Spirito e Palese” è parte di un più vasto complesso progettuale relativo all’evoluzione del Nodo ferroviario di Bari, volto alla razionalizzazione, riorganizzazione e ad un generale miglioramento del trasporto ferroviario, attraverso un organico inserimento delle reti ferroviarie nel territorio urbano della città di Bari e una riqualificazione urbanistica delle aree dismesse.

Nel dicembre 2005 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Puglia, il Comune di Bari e Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. siglarono un “Protocollo d’Intesa per il riassetto del nodo di Bari” finalizzato alla individuazione delle più efficaci soluzioni trasportistiche che rispondessero alle esigenze di riqualificazione urbana e di sviluppo economico del territorio al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- Riduzione delle interferenze tra le linee ferroviarie ed il territorio comunale;
- Realizzazione di un sistema di trasporto integrato, intermodale e intramodale a elevata frequenza;
- Aumento della qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza e aumento dei punti di accesso alla modalità ferroviaria;
- Recupero, riqualificazione e valorizzazione delle aree ferroviarie dismesse e da dismettere;
- Abbattimento dei livelli di inquinamento acustico ed atmosferico nelle aree della città di Bari.

A seguito di tale Protocollo e del “Tavolo Tecnico” istituito dalla Regione Puglia, furono sviluppati uno studio di pre-fattibilità e successivamente uno studio di fattibilità.



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	4 di 55

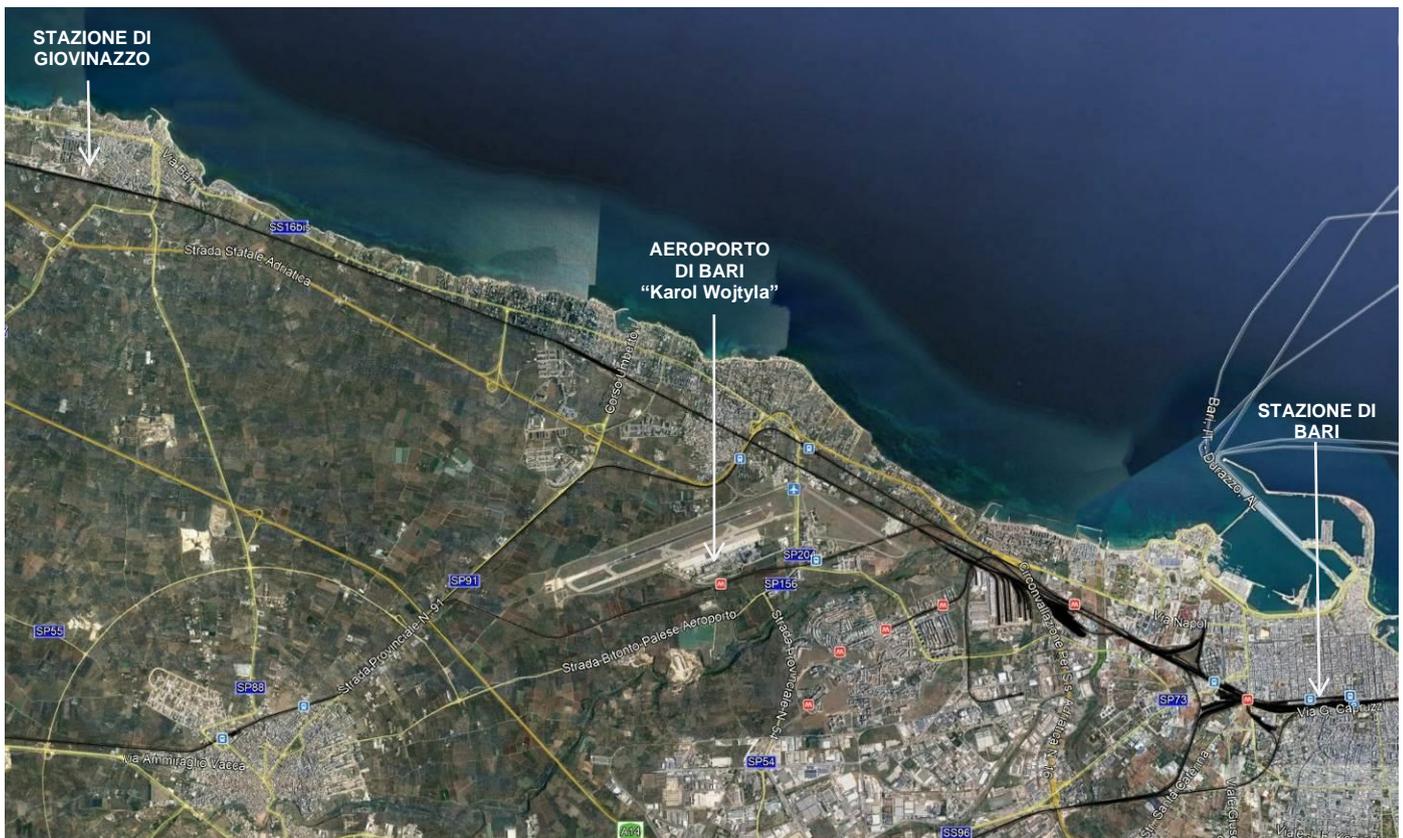
RELAZIONE DI CALCOLO

Il progetto preliminare del Riassetto del Nodo di Bari sviluppato a seguito delle analisi sullo studio di fattibilità è stato assentito con Conferenza di Servizi Istruttoria indetta dalla Regione Puglia ai sensi dell'art. 14-bis della legge 241/1990 e approvato con verbale di CdS del 25 maggio 2009.

Il presente Progetto Definitivo del "Nodo di Bari: Bari Nord - Variante di tracciato tra Santo Spirito e Palese" è stato dunque sviluppato come soluzione di variante al Progetto Preliminare del 2009 oggetto di Parere VIA e sulla base delle prescrizioni e pareri ricevuti in fase di iter autorizzatorio del Progetto Preliminare del 2021.

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'area interessata dal progetto ricade nella zona a nord - ovest della città di Bari, nell'area compresa tra l'aeroporto internazionale di Bari e il comune di Giovinazzo.



**Figura 2-1 Inquadramento area di intervento**

Il tracciato ferroviario è sviluppato tenendo conto dei seguenti input:

- $V_c = 200 \text{ km/h}$  ( $V_t = 180 \text{ km/h}$ )
- Nuova stazione con marciapiede ad isola da 250m e modulo di precedenza 750

La nuova linea ha origine dopo Giovinazzo, all'incirca al km 632+000 della linea Adriatica, da dove sfiora verso sud-est e prosegue in corretto tracciato per circa un chilometro mantenendosi pressoché a quota piano campagna.



**Figura 2-2 Tracciato Rosso**

La variante di tracciato si sviluppa quasi nella sua interezza sotto il piano campagna, i primi 1.300 m circa si sviluppano quasi al piano campagna per poi iniziare a perdere quota fino ad entrare in galleria artificiale. L'opera ha uno sviluppo complessivo di circa 3 km e consente il sottoattraversamento della Strada Statale n. 16 e dei successivi assi viari.

Dopo circa 4,8 km il tracciato prosegue a cielo aperto, in trincea profonda, dove viene realizzato il nuovo impianto di stazione di S.Spirito – Enzitetto, costituito da due marciapiedi ad isola da 250m, ai quali si accede attraverso un sistema di scale mobili e ascensori che conducono al fabbricato di stazione posto al piano campagna. L'impianto di stazione garantisce sia per i binari di corsa sia per i binari di precedenza un modulo di 750m.

La trincea è interrotta da una galleria artificiale necessaria a creare aree a verde attrezzate, a servizio della nuova stazione, e a risolvere l'interferenza con via Nicholas Green.

In uscita dall'impianto di stazione il tracciato inizia a salire e prosegue in galleria artificiale verso sud-est parallelamente alla SS16, sotto attraversando la rampa di svincolo della statale e la SP91.

Dopo un tratto allo scoperto, il tracciato entra nuovamente in galleria artificiale al km 6+625, così da consentire in sottoattraversamento di strada di Torre Bregnola e della linea ferroviaria Bari-Bitonto via Palese, gestita dalle Ferrovie del Nord Barese.



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	7 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

Dopo aver sotto-attraversato via Modugno, il tracciato prosegue in direzione est sotto attraversando la Strada provinciale n 201.

Al fine di evitare interferenze con l'aeroporto internazionale di Bari "Karol Wojtyla" il tracciato piega verso nord-est risolvendo l'interferenza della rotatoria di collegamento tra la SP201 e la SP204 in galleria, per proseguire nell'area dell'aeroporto militare Bari Palese.

Superata l'area militare la livelletta inizia a prendere quota uscendo allo scoperto al km 9+780 ca e proseguendo in trincea fino a riallacciarsi sul sedime della linea storica in corrispondenza del km 642+537.

### 3 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione viene riportato il calcolo delle vasche di sollevamento, relativa al Progetto Definitivo della linea ferroviaria Bari – Barletta, lungo la tratta ferroviaria Bari Nord Santo Spirito – Bari Palese. In particolare sono state trattate le vasche superficiali.



**Figura 3-1: planimetria del tracciato in oggetto - Google Earth.**

### 3.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

#### RIEPILOGO VASCHE SUPERFICIALI

WBS	B[m]	L[m]	H[m]
PT06	12	11	16.2
PT07	8.15	10.5	15.5
PT13	8.15	10.5	17.4

Il tipologico scelto per l'analisi delle vasche interrato è quello che possiede un'altezza di riempimento maggiore, che risulta essere **PT06**.

Sezione A-A  
SCALA 1/50

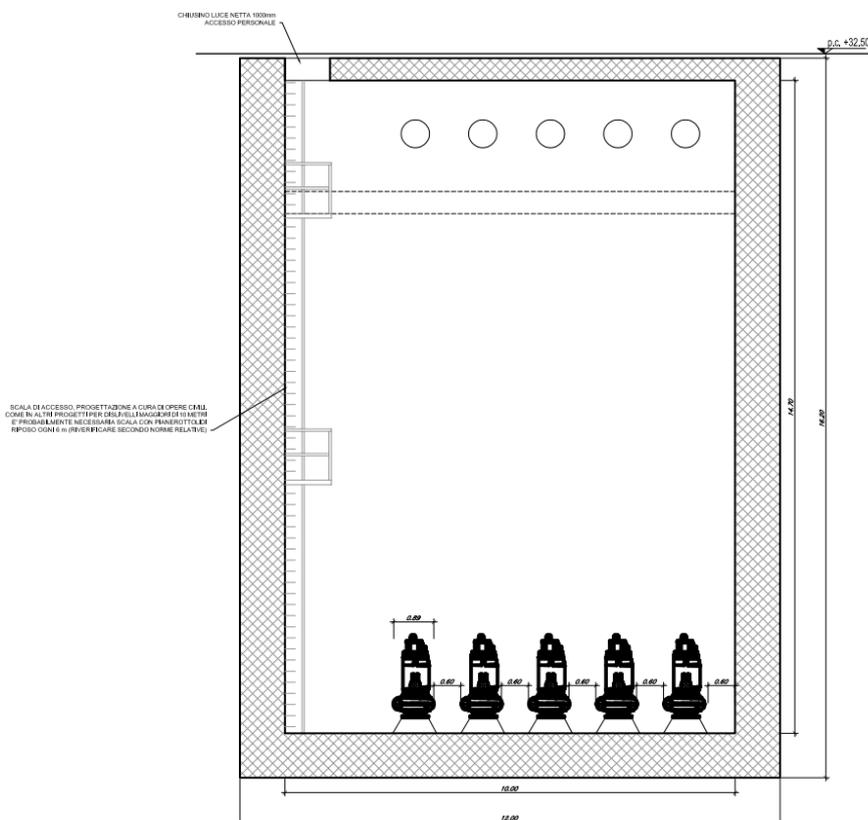
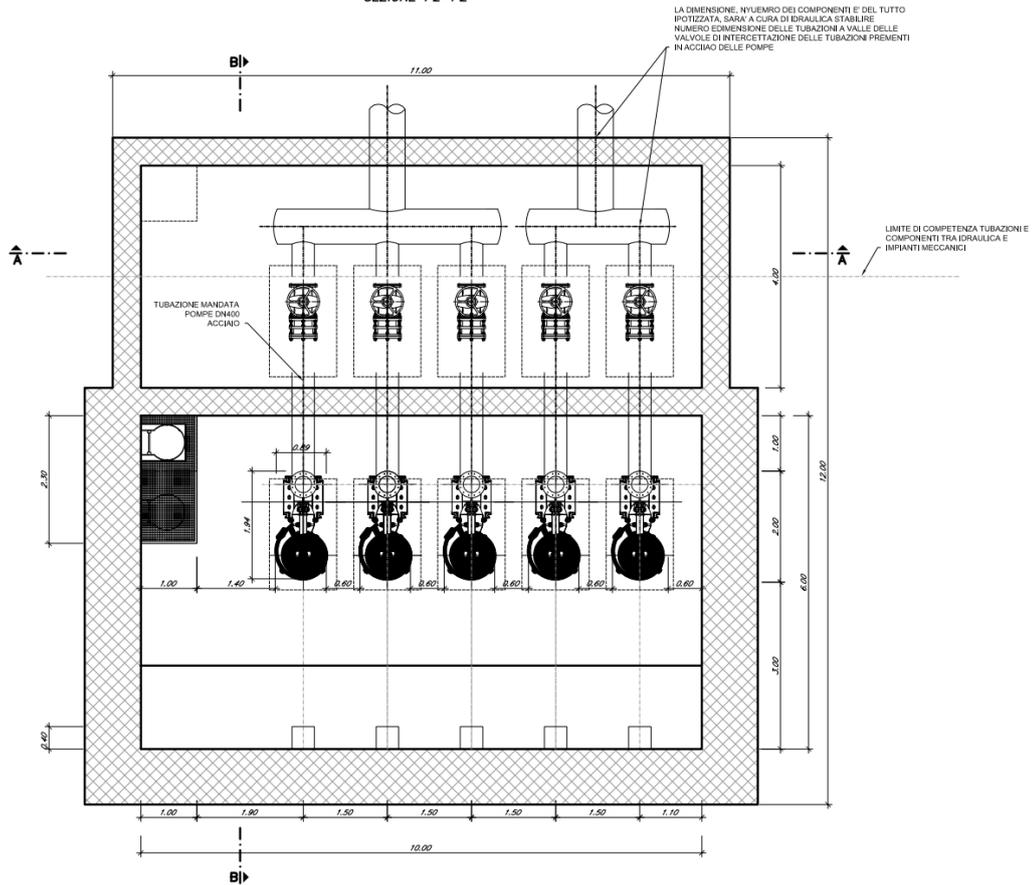


Figura 3-2: sezione

**PIANTA**

SCALA 1:50

SEZIONE P2-P2



**Figura 3-3: pianta**

	<b>NODO DI BARI</b> <b>BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE</b> PROGETTO DEFINITIVO					
VASCHE DI SOLLEVAMENTO RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA <b>IADR</b>	REL 00	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO FA 06 00 002	REV. A	FOGLIO 11 di 55

## 4 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### 4.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [1]Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.30;
- [2]Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- [3]RFI DTC SI MA IFS 001 F del 31.12.2022 - “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI”;
- [4]RFI DTC SI CS SP IFS 004 del 2023- Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi” – RFI.
- [5]UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [6]UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 4.2 **DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Si faccia riferimento all’elenco elaborati allegato.

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	12 di 55

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel presente capitolo vengono riportate le principali caratteristiche dei materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture.

### 5.1 CALCESTRUZZO

- Classe di resistenza C32/40
- Classe minima di consistenza S3, S4
- Classe di esposizione ambientale XC3, XS1
- Copriferro 50 mm
- $R_{ck} = 40$  MPa Resistenza cubica caratteristica a compressione
- $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica a compressione;
- $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 18.81$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza di calcolo a compressione del cls;
- $E_{cm} = 33642.8$  N/mm<sup>2</sup> Modulo elastico del calcestruzzo

### 5.2 ACCIAIO

#### 5.2.1 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- acciaio B450C
- tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>
- tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 540$  N/mm<sup>2</sup>
- resistenza di calcolo a trazione  $f_{yd} = 391.30$  N/mm<sup>2</sup>
- modulo elastico  $E_s = 206000$  N/mm<sup>2</sup>

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	13 di 55

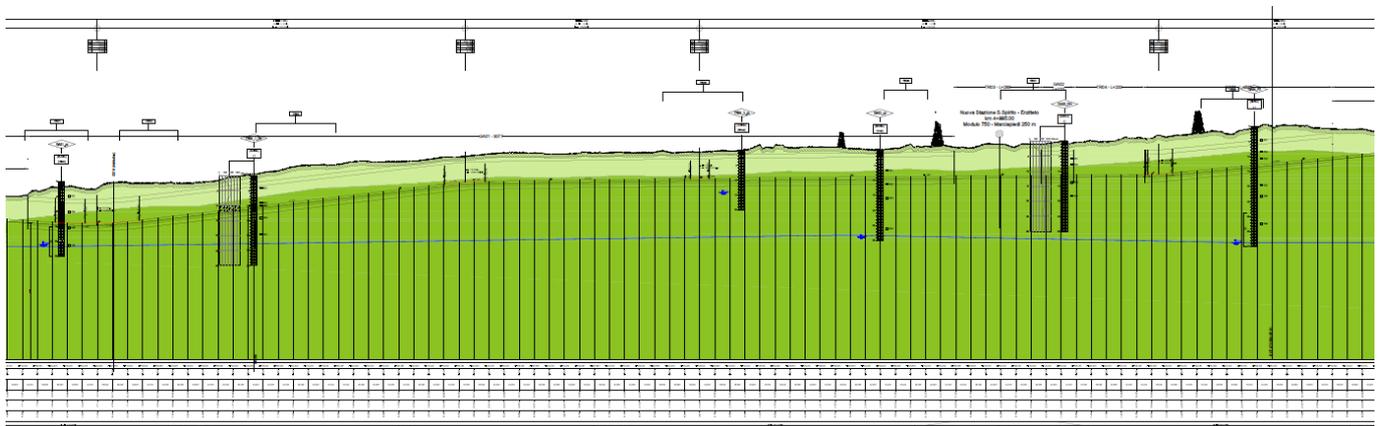
## 6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica e nel Profilo Geotecnico, allegati al presente progetto e ai quali si rimanda per le trattazioni di dettaglio. Si riporta a seguire uno stralcio del citato profilo in cui ricade l'opera qui esaminata e la tabella che riassume i parametri geotecnici caratteristici assunti nel calcolo.

Unità Geotecnica	$\gamma$	$\varphi'$	$c'$	GSI	$\sigma_{ci}$	$m_i$	$E_{op}$	$k$
	(kN/m <sup>3</sup> )	(°)	(kPa)		(MPa)		(MPa)	(m/s)
<b>TC</b>	19.0	28-30	0-5				10	
<b>CAL</b> <b>Calt</b>	20.0	35-37	0-10				50	1E-03 ÷ 1E-05
<b>C1a</b> (da inizio a 5+000 da 8+000 a fine)	24.0	43	40	30	40	9	500	1E-04 ÷ 1E-6
<b>C1b</b> (da 5+500 a 8+000)	24.0	41	20	20	40	9	500	1E-04 ÷ 1E-6
<b>C2</b>	24.0	43	100	35	70	9	1000	1E-04 ÷ 1E-6

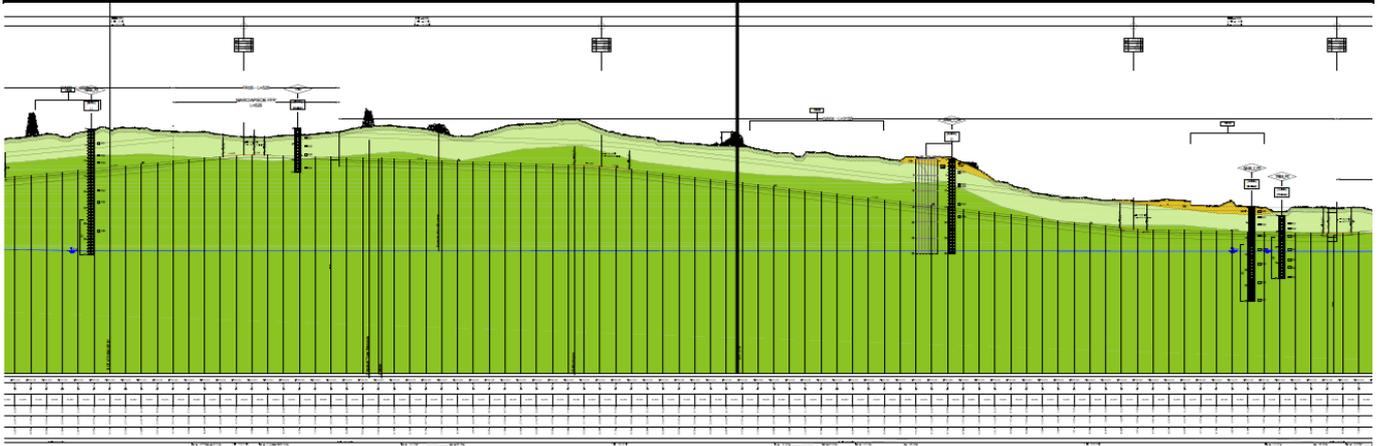
La falda si trova ad una quota di circa 0 m s.l.m. e non interferisce con le opere in progetto.

Il terreno di fondazione è costituito dall'unità C2.



VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	14 di 55



**Figura 6-1: profilo geotecnico**



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	15 di 55

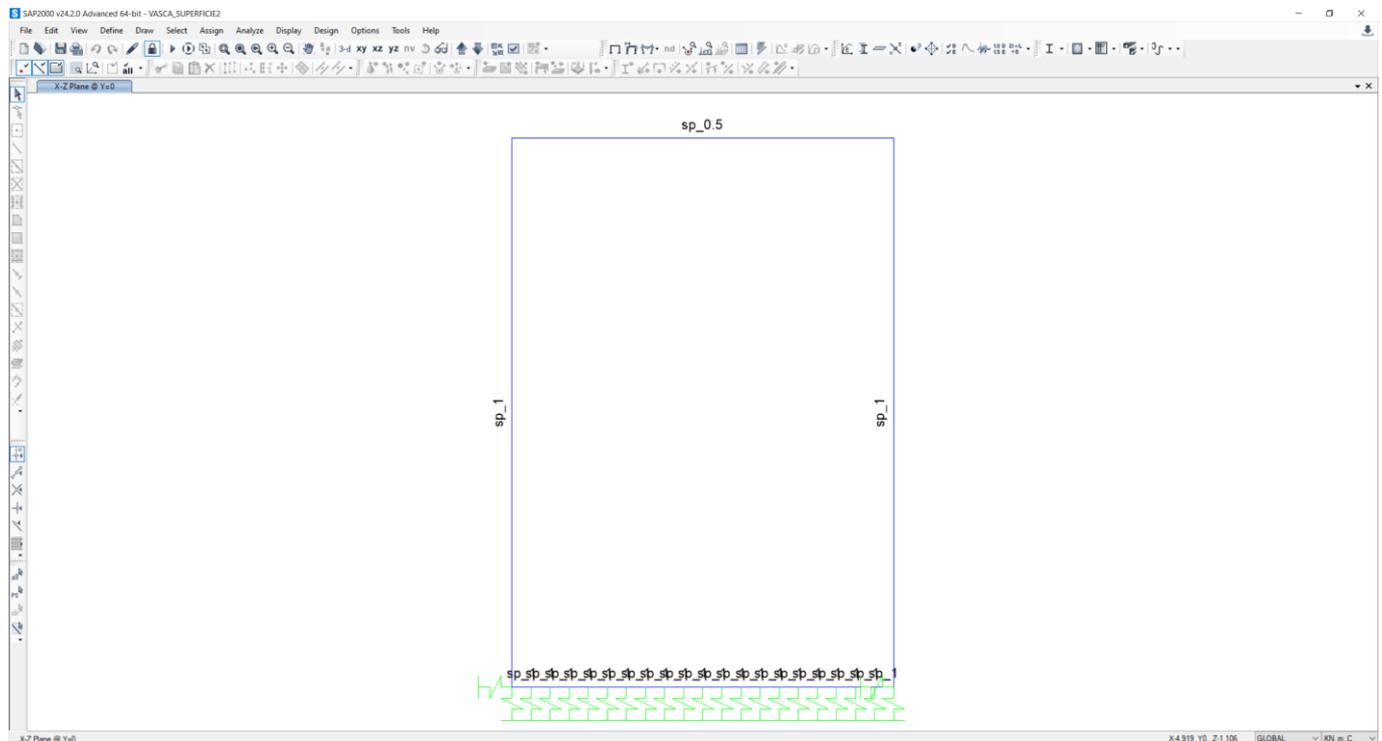
## 7 GEOMETRIA

Le caratteristiche geometriche risultano:

- Larghezza totale dello scatolare	Ltot	12.00 m
- Larghezza totale dello scatolare	Lint	11.00 m
- Altezza totale dello scatolare	Htot	16.20 m
- Spessore della soletta	Ss	0.50 m
- Spessore piedritti	Sp	1.00 m
- Spessore fondazione	Sf	1.00 m

Larghezza striscia di calcolo  $b = 1.00$  m

L'analisi della struttura è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.



**Figura 7-1: modello 2D dello scatolare**



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	16 di 55

## 8 INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la Relazione di Vogt:

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

- $K_s$  = costante di sottofondo [F/L<sup>3</sup>];
- $b_t$  = dimensione trasversale dell'opera;
- $b_l$  = dimensione longitudinale dell'opera;
- E = modulo di Young del terreno.

Di seguito si riportano i valori impiegati nel calcolo:

rigidezza molle

E (kN/m <sup>2</sup> )	10000	modulo di Young terreno di fondazione
$b_t$ (m)	11.00	dimensione trasversale dell'opera
$b_l$ (m)	1.00	dimensione longitudinale dell'opera
$k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	5980	costante di sottofondo (formulazione di Vogt)

## 9 ANALISI DEI CARICHI

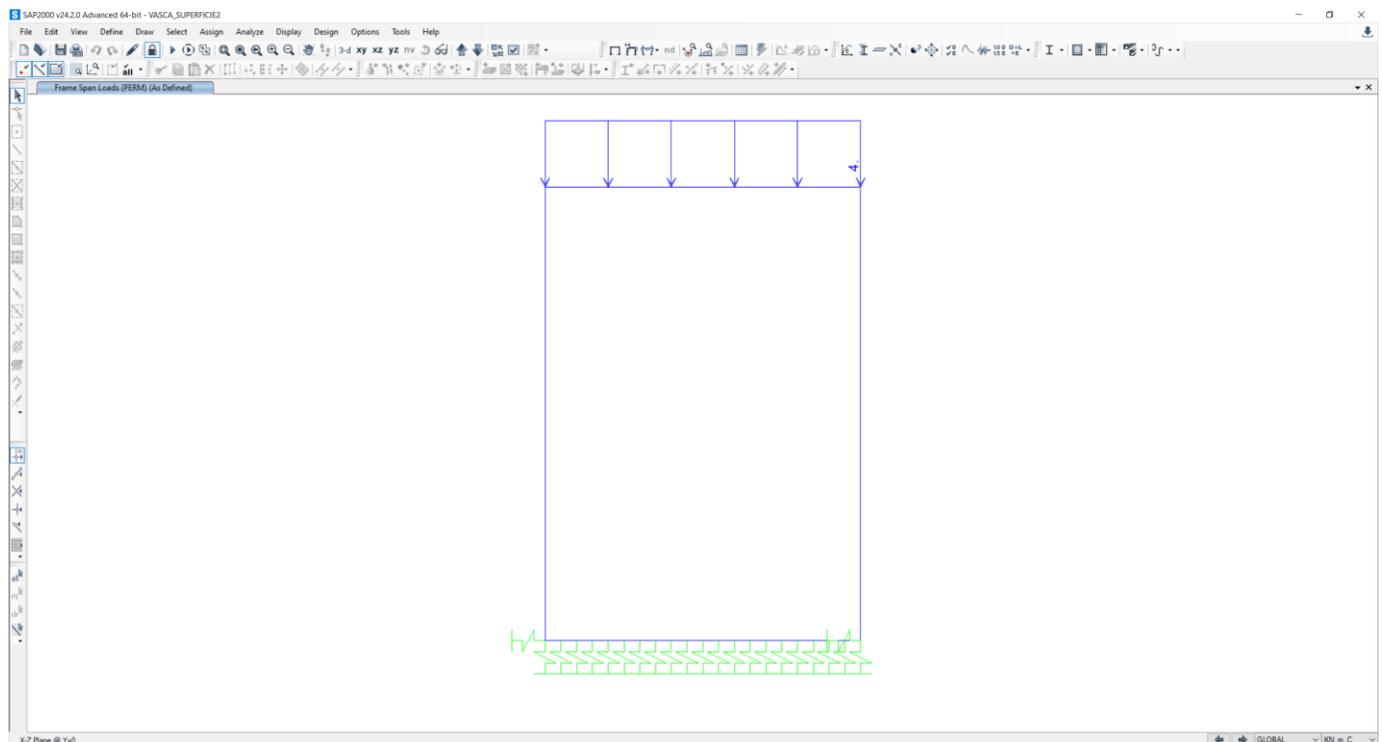
### 9.1 PESO PROPRIO (DEAD)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato pari a  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

### 9.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI (PERM)

#### Permanenti portati (condizione PERM)

Peso specifico ballast	$\gamma_b$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico rinterro	$\gamma_r$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Altezza rinterro	$H_r$	0.20 m
Peso rinterro	$P_r$	4.00 kN/m <sup>2</sup>
Permanente totale	$G2p$	4.00 kN/m <sup>2</sup>



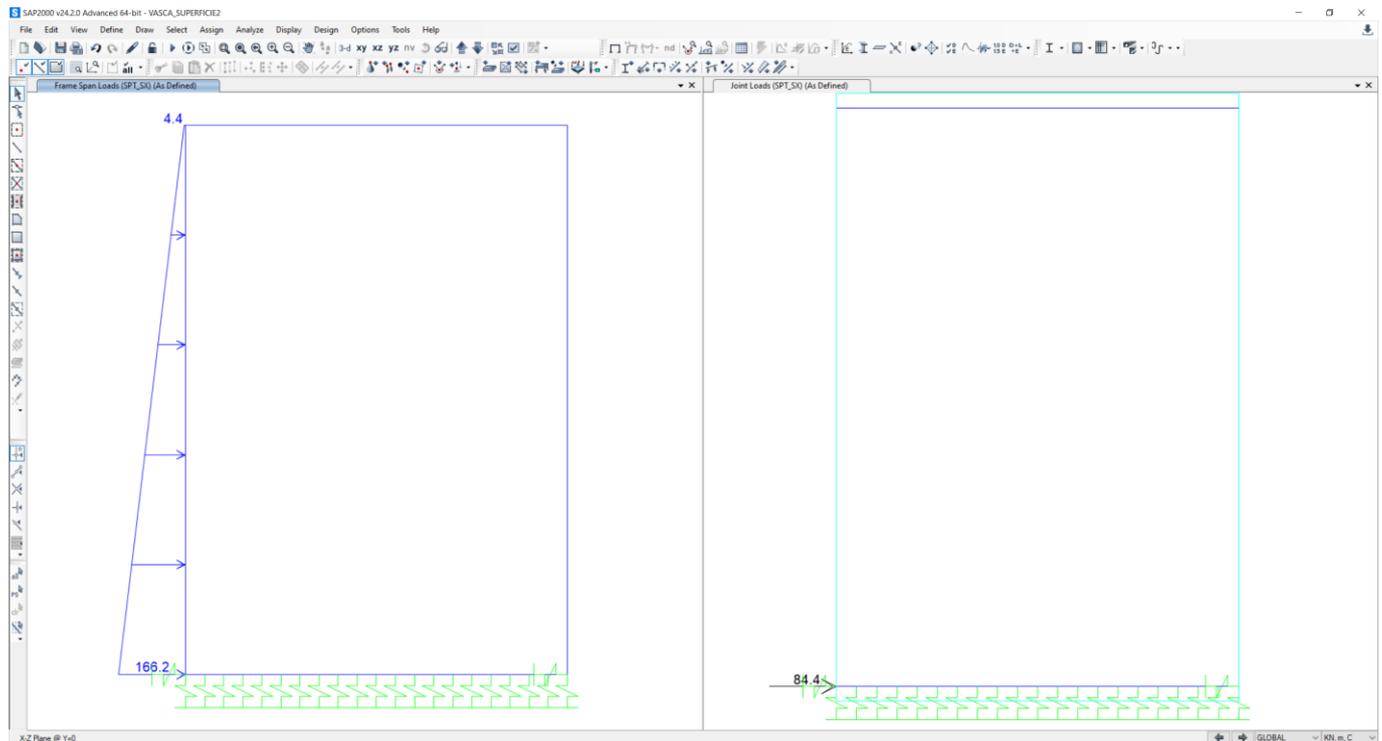
**Figura 9-1: carico PERM**

### 9.3 SPINTA DEL TERRENO (SPTSX E SPTDX)

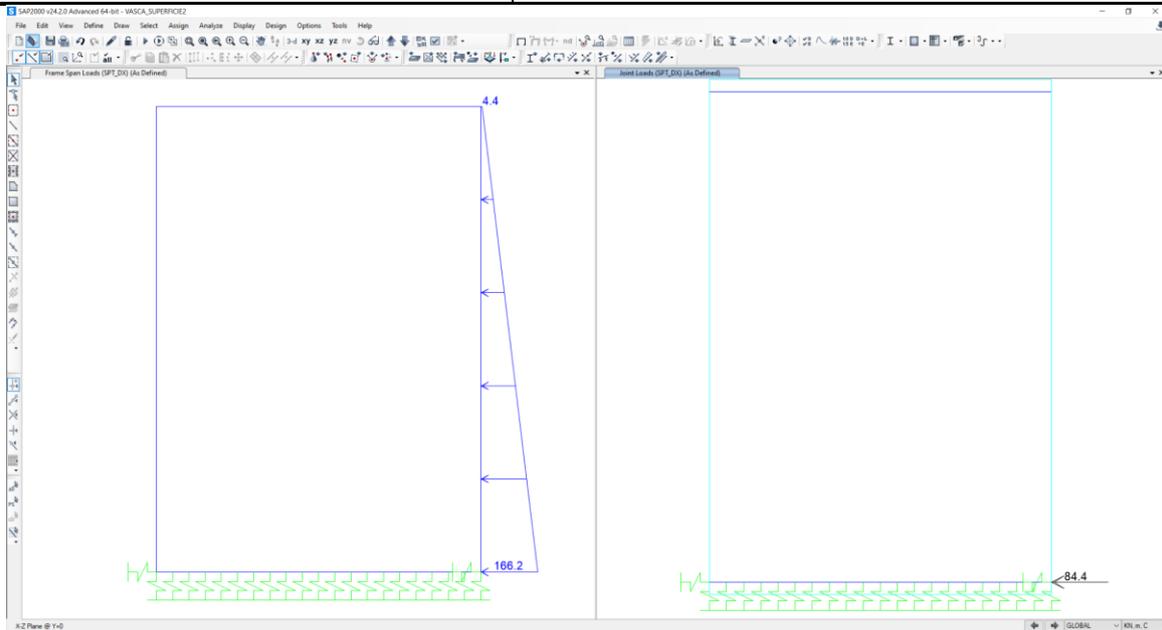
La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo. Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula  $K_0 = 1 - \sin \phi$ , per cui si ottiene il valore  $K_0 = 0,455$ .

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

Peso specifico terreno	$\gamma_t$	<b>22.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito rinterro	$\phi$	<b>33</b> °
coefficiente di spinta a riposo	$k_0$	0.455
Pressione estradosso soletta superiore	P1	1.82 kN/m <sup>2</sup>
Pressione asse soletta superiore	P2	<b>4.33</b> kN/m <sup>2</sup>
Pressione asse soletta inferiore 1	P3	<b>166.12</b> kN/m <sup>2</sup>
Pressione intradosso soletta inferiore 1	P4	171.12 kN/m <sup>2</sup>
Forza concentrata asse soletta inferiore 1	F1	<b>84.31</b> kN/m



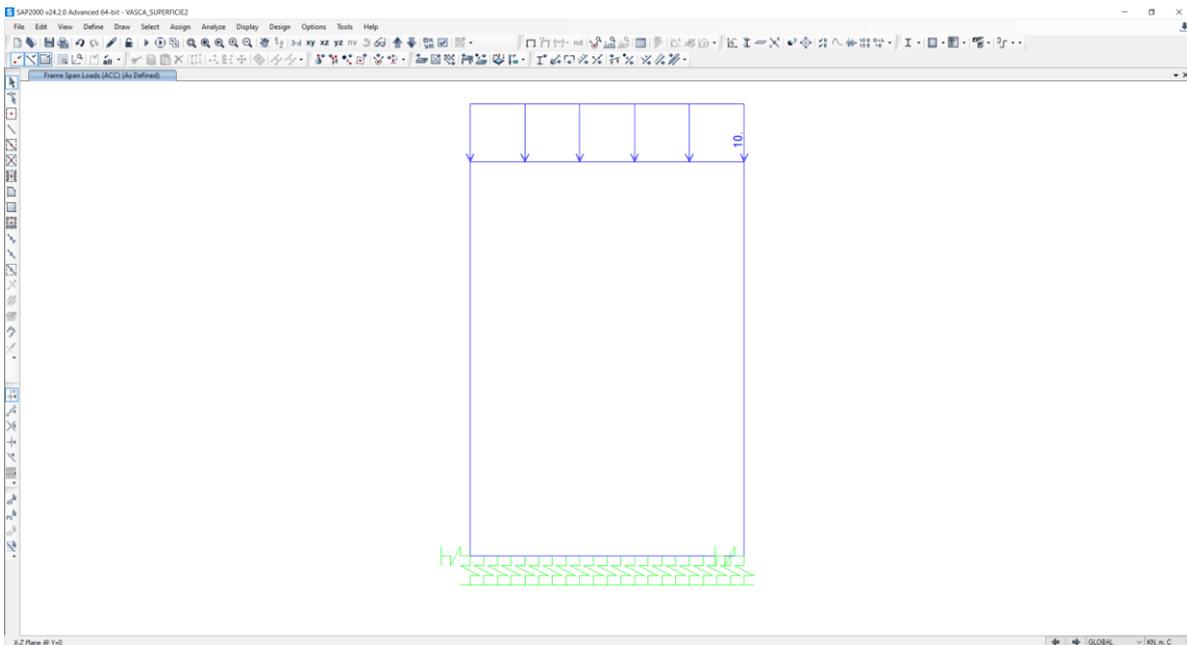
**Figura 9-2: carico SPT\_SX**



**Figura 9-3: carico SPT\_DX**

#### 9.4 CARICHI ACCIDENTALI (ACC)

Sulla soletta superiore si considera un carico uniformemente distribuito di  $10 \text{ kN/m}^2$ .



**Figura 9-4: carico ACC**



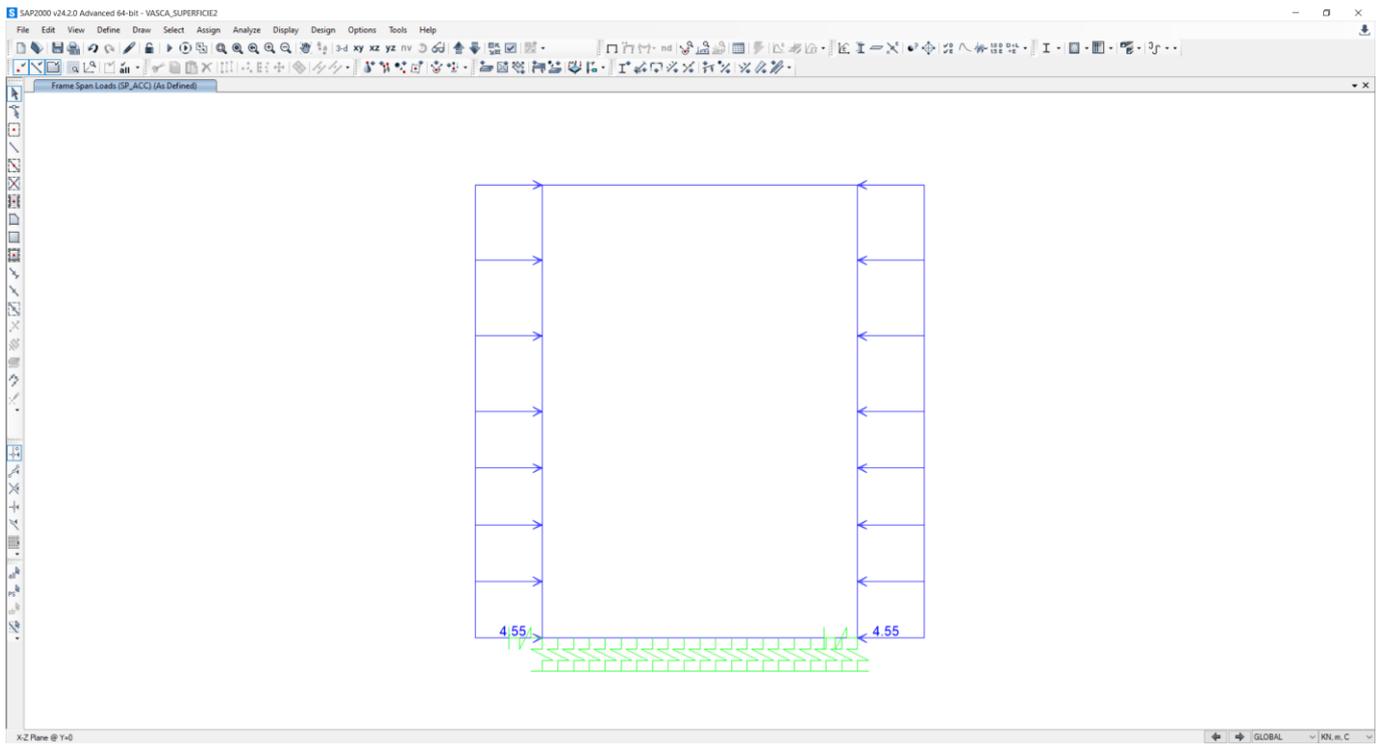
**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	20 di 55

### 9.5 SPINTA SUI PIEDRITTI PRODotta DAL SOVRACCARICO (SP\_ACC)

Si è considerata la spinta prodotta dal carico accidentale sulla soletta superiore pari a  $10 \cdot 0.455 \text{ kN/m}^2$



**Figura 9-5: carico SP\_ACC**



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	21 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

## 9.6 AZIONE SISMICA

### 9.6.1 Classificazione sismica

Si considera la categoria di sottosuolo riportata nella Relazione Geotecnica, che, vista l'eterogeneità dei materiali rocciosi lungo il tracciato di interesse per l'opera in oggetto è stata assunta come categoria di suolo B.

Per ciò che concerne l'amplificazione topografica, sempre sulla base delle informazioni fornite nella Relazione Geotecnica, il tracciato corre all'interno di un sito sostanzialmente pianeggiante e viene classificato in categoria topografica T1.

### 9.6.2 Forze d'inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato 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  $k$ .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo le NTC2018 si è assegnata all'opera una vita nominale  $V_N=75$  anni ed una classe d'uso III ( $C_U=1.5$ ), che danno luogo ad un periodo di riferimento  $V_R=V_N * C_U=112.5$  anni.

A seguito di tale assunzione si ha allo stato limite ultimo SLV, in funzione del sito in esame (Longitudine=16.767927°; Latitudine= 41.144079°), un valore dell'accelerazione pari a  $a_g=0.111$  g.

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



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	22 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

$$a_{\max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

$S_S=1,20$  Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T=1,0$  Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$$a_{\max}=1,20*1*0,111g = 0,133 g$$

$$k_h = a_{\max}/g = 0,133$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h = 0,067$$

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

G1 + G2

Pertanto avremo che:

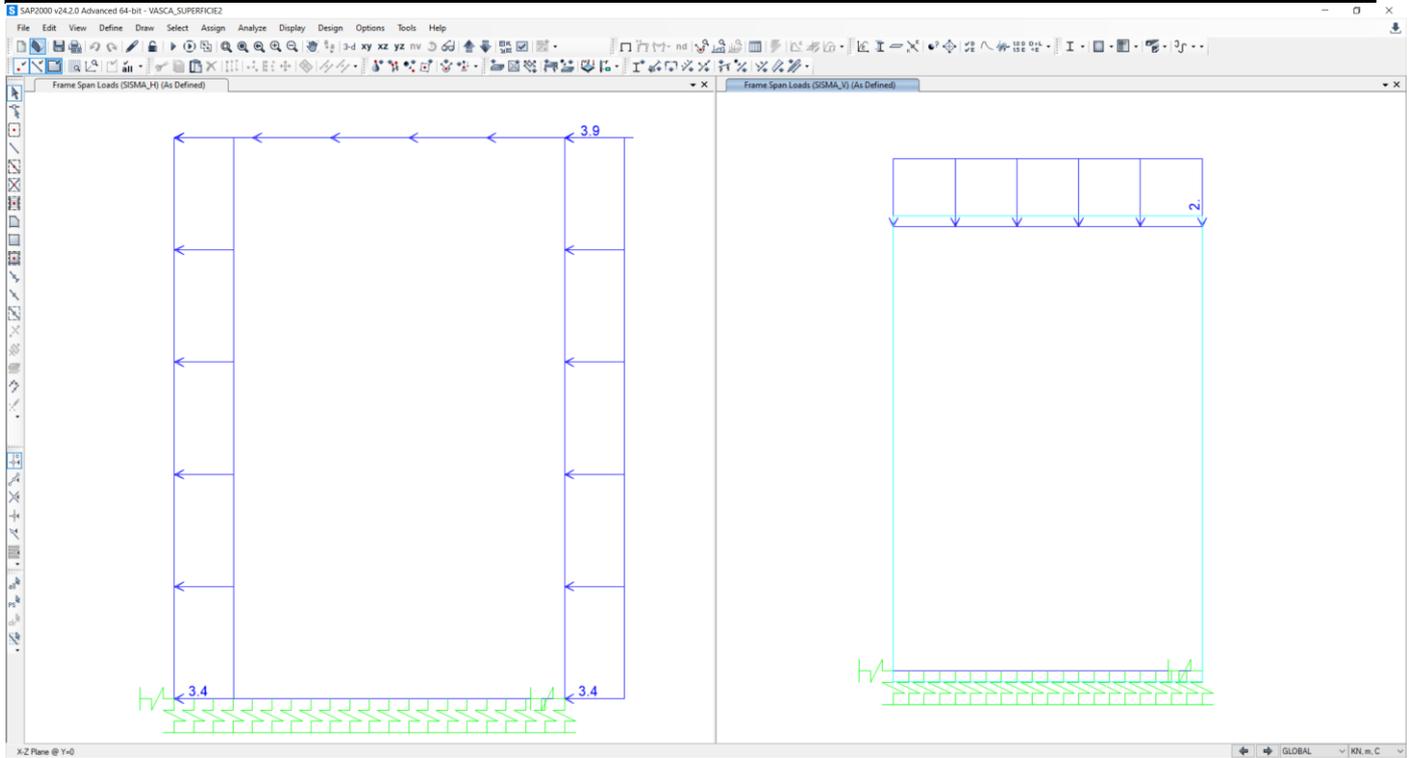
**Forza di inerzia (condizione sisma H)**

Forza orizzontale su soletta di copertura	$F'_h$	3.86 kN/m <sup>2</sup>
Forza orizzontale sul singolo piedritto 1	$F''_h$	3.33 kN/m <sup>2</sup>
Forza orizzontale sul singolo piedritto 2	$F''_h$	3.33 kN/m <sup>2</sup>

**Forza di inerzia (condizione sisma V)**

Forza verticale su soletta di copertura	$F''_v$	1.93 kN/m <sup>2</sup>
---	---------	------------------------

Dove  $F'_h$  è dato da  $k_h * (\text{peso soletta superiore} + \text{permanente soletta superiore})$ , e  $F''_h$  è dato da  $k_h * (\text{peso piedritto})$ .



**Figura 9-6: carico Sisma H e Sisma V**

Dove  $F_v$  è dato da  $k_v \cdot$  (peso soletta superiore+permanente soletta superiore)

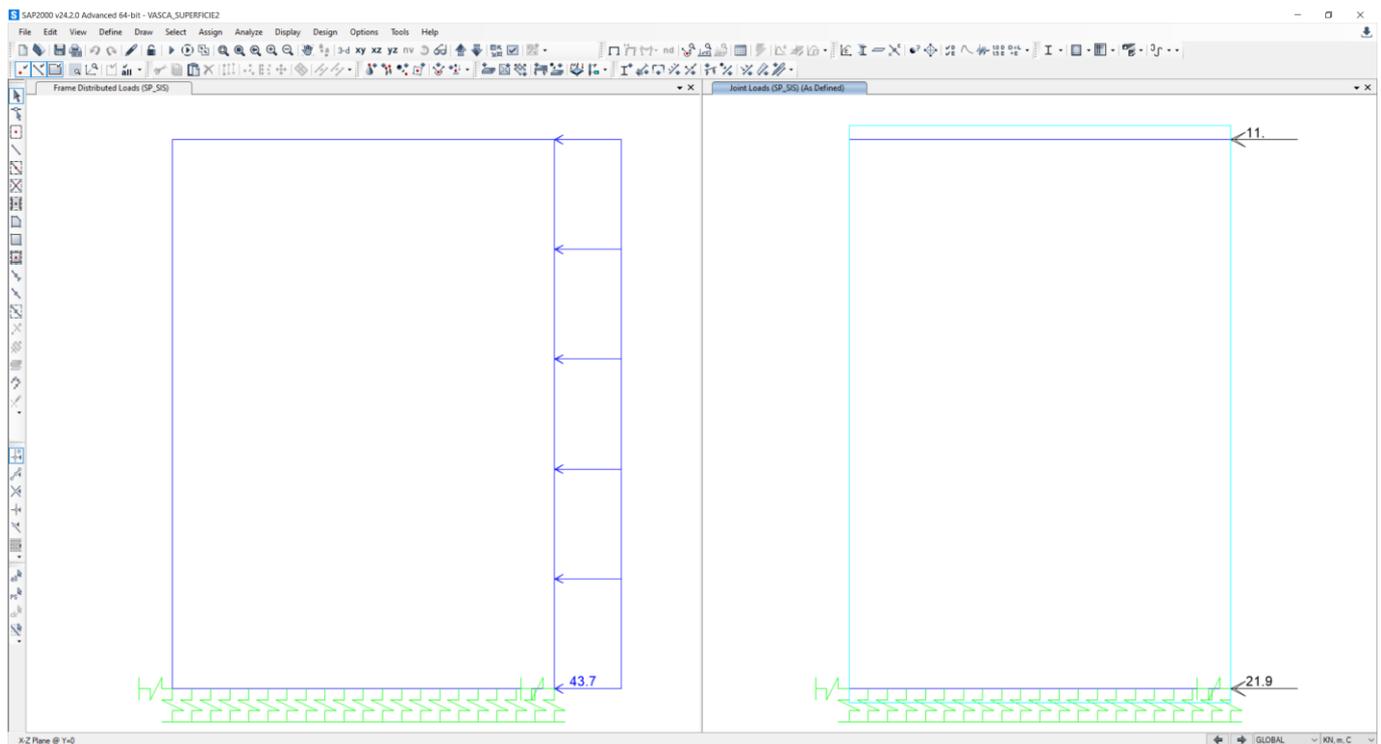
### 9.6.3 Spinta sismica del terreno (SP\_SIS)

Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood:

#### Spinta sismica terreno - Teoria di WOOD (condizione SPSSX)

Spinta sul singolo piedritto	$Q_w$	43.62 kN/m <sup>2</sup>
Forza su nodo superiore	$Q_{w,sup}$	10.91 kN/m
Forza su nodo inferiore	$Q_{w,inf}$	21.81 kN/m

Dove  $Q_w$  è dato da  $a_{max} * (\text{permanente soletta superiore} + \text{peso specifico rinterro} * \text{altezza totale})$ ,  $Q_{w,sup}$  è pari a ( $Q_w * \text{metà spessore soletta superiore}$ ) e  $Q_{w,inf}$  si calcola come ( $Q_w * \text{metà spessore soletta inferiore}$ ).



**Figura 9-7: carico SP\_SIS**

## 9.7 AZIONE TERMICA

Alla struttura, essendo interrata, non è stata applicata una variazione termica uniforme.

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	25 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

## 9.8 RITIRO DEL CALCESTRUZZO

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  $\varphi(t, t_0)$ . Tali effetti sono stati considerati agenti solo sulla soletta superiore ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente.

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
<b>Calcolo dell'azione prodotta da ritiro</b>			
	Rck	40	
	$f_{ck}$	33.20 N/mm <sup>2</sup>	
resistenza a compressione media	$f_{cm}$	41.20 N/mm <sup>2</sup>	
modulo elastico secante	$E_{cm}$	33642.78 N/mm <sup>2</sup>	
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	$t_e$	2 gg	
età del cls al momento del carico	$t_0$	10 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	100 cm	
altezza sezione	H	50.00 cm	
sezione dell'elemento	$A_c$	500000 mm <sup>2</sup>	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	1000 mm	
dimensione elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1000 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
<b>Calcolo del modulo elastico</b>			
coeff. del tipo di cemento	$\alpha$	1	
tempo $t_0$ corretto in funz del tipo di cem	$t_0$	15.042 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$\beta_c(t_0)$	0.550	
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_1$	0.892	
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_2$	0.968	
coeff. della resistenza del cls	$\alpha_3$	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	$\beta_H$	1383	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	$\varphi_{RH}$	1.216	
coeff. nominale della viscosità	$\varphi_0$	1.749	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.72	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	12362.5 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Calcolo della deformazione di ritiro</b>			
parametro fusione di $h_0$	$k_h$	0.7	
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_0)$	0.953	
def. di ritiro per essiccamento	$\epsilon_{cs}(t)$	0.00028415	
deformazione di base	$\epsilon_{cs,0}$	0.00042602	
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds1}$	6	
coeff. per il tipo di cemento	$\alpha_{ds2}$	0.11	
	$\beta'_{RH}$	0.89609375	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\epsilon_{ca, \infty}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	$\epsilon_{ca}$	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\epsilon_s(t, t_0)$	0.00034215	
Variazione termica uniforme	$\Delta T_{ritiro}$	-12.57 °C	
NOTA : I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura			

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	26 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

## 10 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per le verifiche si tiene conto dei coefficienti parziali per le azioni come da tabelle 5.2.V e 5.2.VI del MdP.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	27 di 55

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
Gruppi di	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
carico	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

Di seguito si riportano i carichi elementari.

DEAD	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMANENTI
SPTSX/SPTDX	SPINTA DELLE TERRE SU PIEDRITTI
ACC	CARICHI VARIABILI
SPACCSX	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI
SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
RITIRO	RITIRO



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	28 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

Nella tabella seguente sono indicate le combinazioni in condizioni statiche SLU e SLE e in condizioni sismiche SIS ritenute più gravose, da considerare ai fini delle verifiche strutturali.

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU1			Linear Static	PERM	1.5
SLU1			Linear Static	SPT_SX	1
SLU1			Linear Static	SPT_DX	1
SLU1			Linear Static	ACC	1.45
SLU1			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU1			Linear Static	RITIRO	0
SLU2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU2			Linear Static	PERM	1.5
SLU2			Linear Static	SPT_SX	1
SLU2			Linear Static	SPT_DX	1
SLU2			Linear Static	ACC	1.45
SLU2			Linear Static	SP_ACC	0
SLU2			Linear Static	RITIRO	1.2
SLU3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU3			Linear Static	PERM	1.5
SLU3			Linear Static	SPT_SX	1
SLU3			Linear Static	SPT_DX	1
SLU3			Linear Static	ACC	1.45
SLU3			Linear Static	SP_ACC	0
SLU3			Linear Static	RITIRO	0
SLU4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU4			Linear Static	PERM	1.5
SLU4			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU4			Linear Static	SPT_DX	1
SLU4			Linear Static	ACC	1.45
SLU4			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU4			Linear Static	RITIRO	0
SLU5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU5			Linear Static	PERM	1.5
SLU5			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU5			Linear Static	SPT_DX	1.35
SLU5			Linear Static	ACC	1.45
SLU5			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU5			Linear Static	RITIRO	0
SLU6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU6			Linear Static	PERM	1.5



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	29 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU6			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU6			Linear Static	SPT_DX	1.35
SLU6			Linear Static	ACC	0
SLU6			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU6			Linear Static	RITIRO	0
SLU7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU7			Linear Static	PERM	1.5
SLU7			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU7			Linear Static	SPT_DX	1
SLU7			Linear Static	ACC	1.45
SLU7			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU7			Linear Static	RITIRO	1.2
SLU8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU8			Linear Static	PERM	1
SLU8			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU8			Linear Static	SPT_DX	1
SLU8			Linear Static	ACC	0
SLU8			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU8			Linear Static	RITIRO	0
SLU9	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU9			Linear Static	PERM	1
SLU9			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU9			Linear Static	SPT_DX	1
SLU9			Linear Static	ACC	0
SLU9			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU9			Linear Static	RITIRO	1.2
SLU10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU10			Linear Static	PERM	1
SLU10			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU10			Linear Static	SPT_DX	1
SLU10			Linear Static	ACC	0
SLU10			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU10			Linear Static	RITIRO	0
SLU11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU11			Linear Static	PERM	1.5
SLU11			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU11			Linear Static	SPT_DX	1
SLU11			Linear Static	ACC	1.45
SLU11			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU11			Linear Static	RITIRO	0



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	30 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.35
SLU12			Linear Static	PERM	1.5
SLU12			Linear Static	SPT_SX	1.35
SLU12			Linear Static	SPT_DX	1
SLU12			Linear Static	ACC	1.45
SLU12			Linear Static	SP_ACC	1.45
SLU12			Linear Static	RITIRO	1.2
SIS1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS1			Linear Static	PERM	1
SIS1			Linear Static	SPT_SX	1
SIS1			Linear Static	SPT_DX	1
SIS1			Linear Static	ACC	0.2
SIS1			Linear Static	SP_ACC	0
SIS1			Linear Static	RITIRO	0
SIS1			Linear Static	SISMA_H	1
SIS1			Linear Static	SP_SIS	1
SIS1			Linear Static	SISMA_V	0.3
SIS2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS2			Linear Static	PERM	1
SIS2			Linear Static	SPT_SX	1
SIS2			Linear Static	SPT_DX	1
SIS2			Linear Static	ACC	0.2
SIS2			Linear Static	SP_ACC	0
SIS2			Linear Static	RITIRO	0
SIS2			Linear Static	SISMA_H	1
SIS2			Linear Static	SP_SIS	1
SIS2			Linear Static	SISMA_V	-0.3
SIS3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS3			Linear Static	PERM	1
SIS3			Linear Static	SPT_SX	1
SIS3			Linear Static	SPT_DX	1
SIS3			Linear Static	ACC	0.2
SIS3			Linear Static	SP_ACC	0
SIS3			Linear Static	RITIRO	0
SIS3			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS3			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS3			Linear Static	SISMA_V	1
SIS4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS4			Linear Static	PERM	1
SIS4			Linear Static	SPT_SX	1



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	31 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SIS4			Linear Static	SPT_DX	1
SIS4			Linear Static	ACC	0.2
SIS4			Linear Static	SP_ACC	0
SIS4			Linear Static	RITIRO	0
SIS4			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS4			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS4			Linear Static	SISMA_V	-1
SIS5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS5			Linear Static	PERM	1
SIS5			Linear Static	SPT_SX	1
SIS5			Linear Static	SPT_DX	1
SIS5			Linear Static	ACC	0.2
SIS5			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS5			Linear Static	RITIRO	0
SIS5			Linear Static	SISMA_H	1
SIS5			Linear Static	SP_SIS	1
SIS5			Linear Static	SISMA_V	0.3
SIS6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS6			Linear Static	PERM	1
SIS6			Linear Static	SPT_SX	1
SIS6			Linear Static	SPT_DX	1
SIS6			Linear Static	ACC	0.2
SIS6			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS6			Linear Static	RITIRO	0
SIS6			Linear Static	SISMA_H	1
SIS6			Linear Static	SP_SIS	1
SIS6			Linear Static	SISMA_V	-0.3
SIS7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS7			Linear Static	PERM	1
SIS7			Linear Static	SPT_SX	1
SIS7			Linear Static	SPT_DX	1
SIS7			Linear Static	ACC	0.2
SIS7			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS7			Linear Static	RITIRO	0
SIS7			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS7			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS7			Linear Static	SISMA_V	1
SIS8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS8			Linear Static	PERM	1
SIS8			Linear Static	SPT_SX	1



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	32 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SIS8			Linear Static	SPT_DX	1
SIS8			Linear Static	ACC	0.2
SIS8			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS8			Linear Static	RITIRO	0
SIS8			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS8			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS8			Linear Static	SISMA_V	-1
SIS9	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS9			Linear Static	PERM	1
SIS9			Linear Static	SPT_SX	1
SIS9			Linear Static	SPT_DX	1
SIS9			Linear Static	ACC	0.2
SIS9			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS9			Linear Static	RITIRO	0
SIS9			Linear Static	SISMA_H	1
SIS9			Linear Static	SP_SIS	1
SIS9			Linear Static	SISMA_V	0.3
SIS10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS10			Linear Static	PERM	1
SIS10			Linear Static	SPT_SX	1
SIS10			Linear Static	SPT_DX	1
SIS10			Linear Static	ACC	0.2
SIS10			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS10			Linear Static	RITIRO	1
SIS10			Linear Static	SISMA_H	1
SIS10			Linear Static	SP_SIS	1
SIS10			Linear Static	SISMA_V	0.3
SIS11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS11			Linear Static	PERM	1
SIS11			Linear Static	SPT_SX	1
SIS11			Linear Static	SPT_DX	1
SIS11			Linear Static	ACC	0.2
SIS11			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS11			Linear Static	RITIRO	0
SIS11			Linear Static	SISMA_H	1
SIS11			Linear Static	SP_SIS	1
SIS11			Linear Static	SISMA_V	-0.3
SIS12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS12			Linear Static	PERM	1
SIS12			Linear Static	SPT_SX	1



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	33 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SIS12			Linear Static	SPT_DX	1
SIS12			Linear Static	ACC	0.2
SIS12			Linear Static	SP_ACC	0.2
SIS12			Linear Static	RITIRO	1
SIS12			Linear Static	SISMA_H	1
SIS12			Linear Static	SP_SIS	1
SIS12			Linear Static	SISMA_V	-0.3
SIS13	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS13			Linear Static	PERM	1
SIS13			Linear Static	SPT_SX	1
SIS13			Linear Static	SPT_DX	1
SIS13			Linear Static	ACC	0.2
SIS13			Linear Static	SP_ACC	0
SIS13			Linear Static	RITIRO	0
SIS13			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS13			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS13			Linear Static	SISMA_V	1
SIS14	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SIS14			Linear Static	PERM	1
SIS14			Linear Static	SPT_SX	1
SIS14			Linear Static	SPT_DX	1
SIS14			Linear Static	ACC	0.2
SIS14			Linear Static	SP_ACC	0
SIS14			Linear Static	RITIRO	1
SIS14			Linear Static	SISMA_H	0.3
SIS14			Linear Static	SP_SIS	0.3
SIS14			Linear Static	SISMA_V	1
RAR1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR1			Linear Static	PERM	1
RAR1			Linear Static	SPT_SX	1
RAR1			Linear Static	SPT_DX	1
RAR1			Linear Static	ACC	0.8
RAR1			Linear Static	SP_ACC	0.8
RAR1			Linear Static	RITIRO	0
RAR2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR2			Linear Static	PERM	1
RAR2			Linear Static	SPT_SX	1
RAR2			Linear Static	SPT_DX	1
RAR2			Linear Static	ACC	0.8
RAR2			Linear Static	SP_ACC	0.8



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	34 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
RAR2			Linear Static	RITIRO	1
RAR3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR3			Linear Static	PERM	1
RAR3			Linear Static	SPT_SX	1
RAR3			Linear Static	SPT_DX	1
RAR3			Linear Static	ACC	0.8
RAR3			Linear Static	SP_ACC	0.8
RAR3			Linear Static	RITIRO	0
RAR4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR4			Linear Static	PERM	1
RAR4			Linear Static	SPT_SX	1
RAR4			Linear Static	SPT_DX	1
RAR4			Linear Static	ACC	1
RAR4			Linear Static	SP_ACC	1
RAR4			Linear Static	RITIRO	0
RAR5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR5			Linear Static	PERM	1
RAR5			Linear Static	SPT_SX	1
RAR5			Linear Static	SPT_DX	1
RAR5			Linear Static	ACC	1
RAR5			Linear Static	SP_ACC	1
RAR5			Linear Static	RITIRO	1
RAR6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RAR6			Linear Static	PERM	1
RAR6			Linear Static	SPT_SX	1
RAR6			Linear Static	SPT_DX	1
RAR6			Linear Static	ACC	1
RAR6			Linear Static	SP_ACC	1
RAR6			Linear Static	RITIRO	0
SQP1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SQP1			Linear Static	PERM	1
SQP1			Linear Static	SPT_SX	1
SQP1			Linear Static	SPT_DX	1
SQP1			Linear Static	ACC	0
SQP1			Linear Static	SP_ACC	0
SQP1			Linear Static	RITIRO	0
SQP2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SQP2			Linear Static	PERM	1
SQP2			Linear Static	SPT_SX	1
SQP2			Linear Static	SPT_DX	1



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	35 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SQP2			Linear Static	ACC	0
SQP2			Linear Static	SP_ACC	0
SQP2			Linear Static	RITIRO	1
SQP3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SQP3			Linear Static	PERM	1
SQP3			Linear Static	SPT_SX	1
SQP3			Linear Static	SPT_DX	1
SQP3			Linear Static	ACC	0
SQP3			Linear Static	SP_ACC	0
SQP3			Linear Static	RITIRO	0
env_SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU1	1
env_SLU			Response Combo	SLU2	1
env_SLU			Response Combo	SLU3	1
env_SLU			Response Combo	SLU4	1
env_SLU			Response Combo	SLU5	1
env_SLU			Response Combo	SLU6	1
env_SLU			Response Combo	SLU7	1
env_SLU			Response Combo	SLU8	1
env_SLU			Response Combo	SLU9	1
env_SLU			Response Combo	SLU10	1
env_SLU			Response Combo	SLU11	1
env_SLU			Response Combo	SLU12	1
env_SIS	Envelope	No	Response Combo	SIS1	1
env_SIS			Response Combo	SIS2	1
env_SIS			Response Combo	SIS3	1
env_SIS			Response Combo	SIS4	1
env_SIS			Response Combo	SIS5	1
env_SIS			Response Combo	SIS6	1
env_SIS			Response Combo	SIS7	1
env_SIS			Response Combo	SIS8	1
env_SIS			Response Combo	SIS9	1
env_SIS			Response Combo	SIS10	1
env_SIS			Response Combo	SIS11	1
env_SIS			Response Combo	SIS12	1
env_SIS			Response Combo	SIS13	1
env_SIS			Response Combo	SIS14	1
env_RAR	Envelope	No	Response Combo	RAR1	1
env_RAR			Response Combo	RAR2	1
env_RAR			Response Combo	RAR3	1
env_RAR			Response Combo	RAR4	1



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	36 di 55

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
env_RAR			Response Combo	RAR5	1
env_RAR			Response Combo	RAR6	1
env_QP	Envelope	No	Response Combo	SQP1	1
env_QP			Response Combo	SQP2	1
env_QP			Response Combo	SQP3	1

### 10.1 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

In questo paragrafo si riportano gli inviluppi delle sollecitazioni statiche e sismiche.

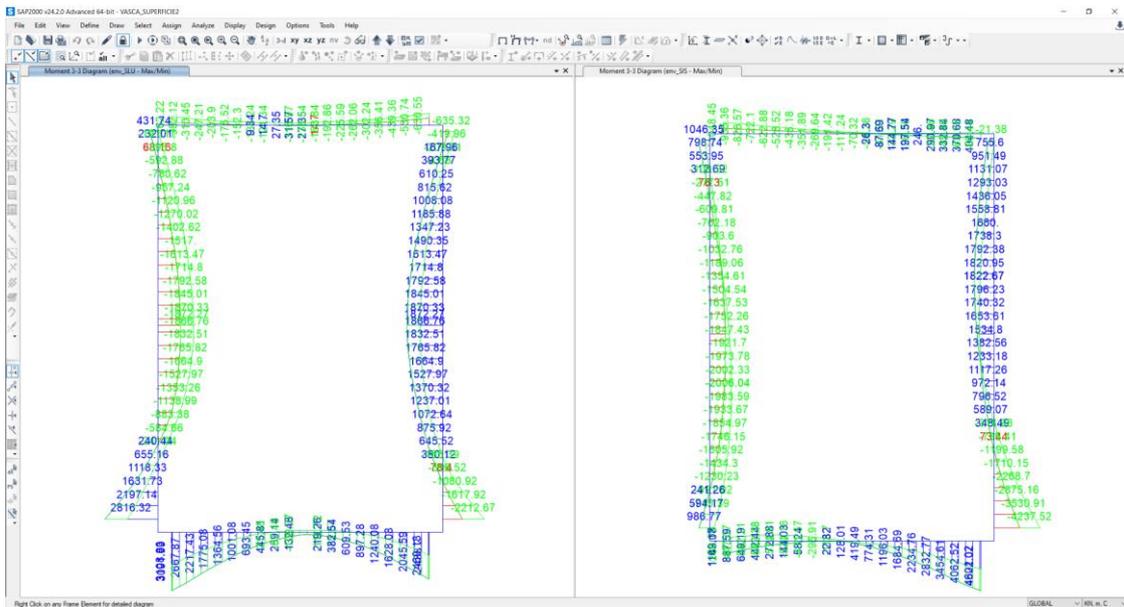


Figura 10-1: inviluppo momento SLU e SIS

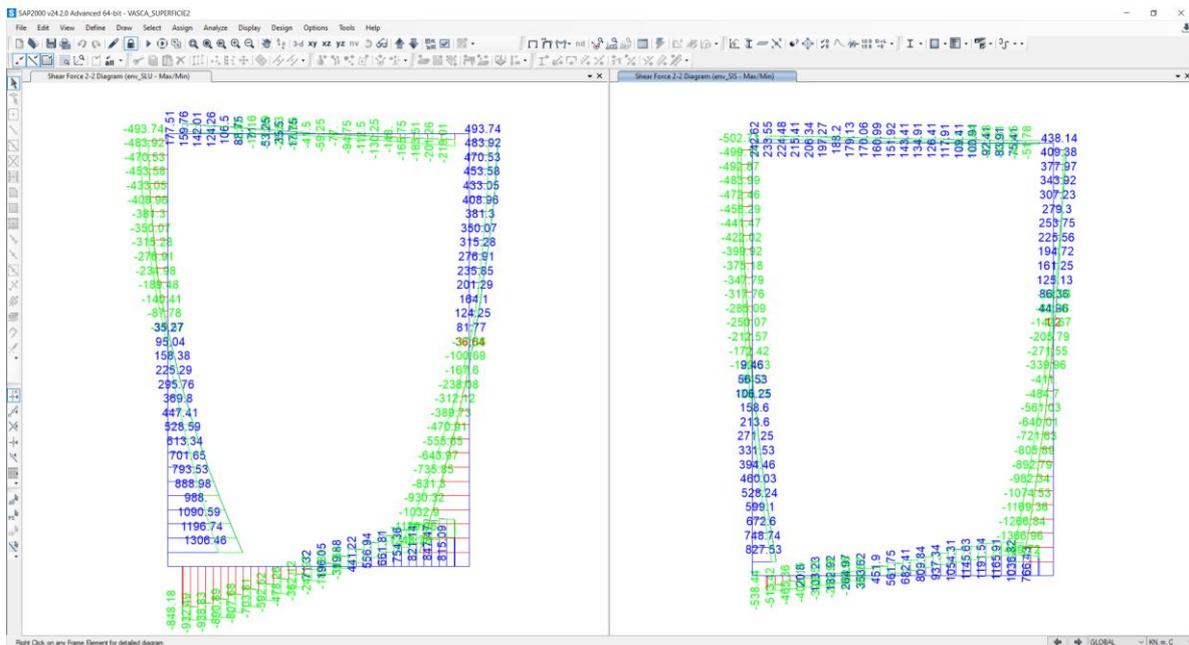


Figura 10-2: inviluppo taglio SLU e SIS

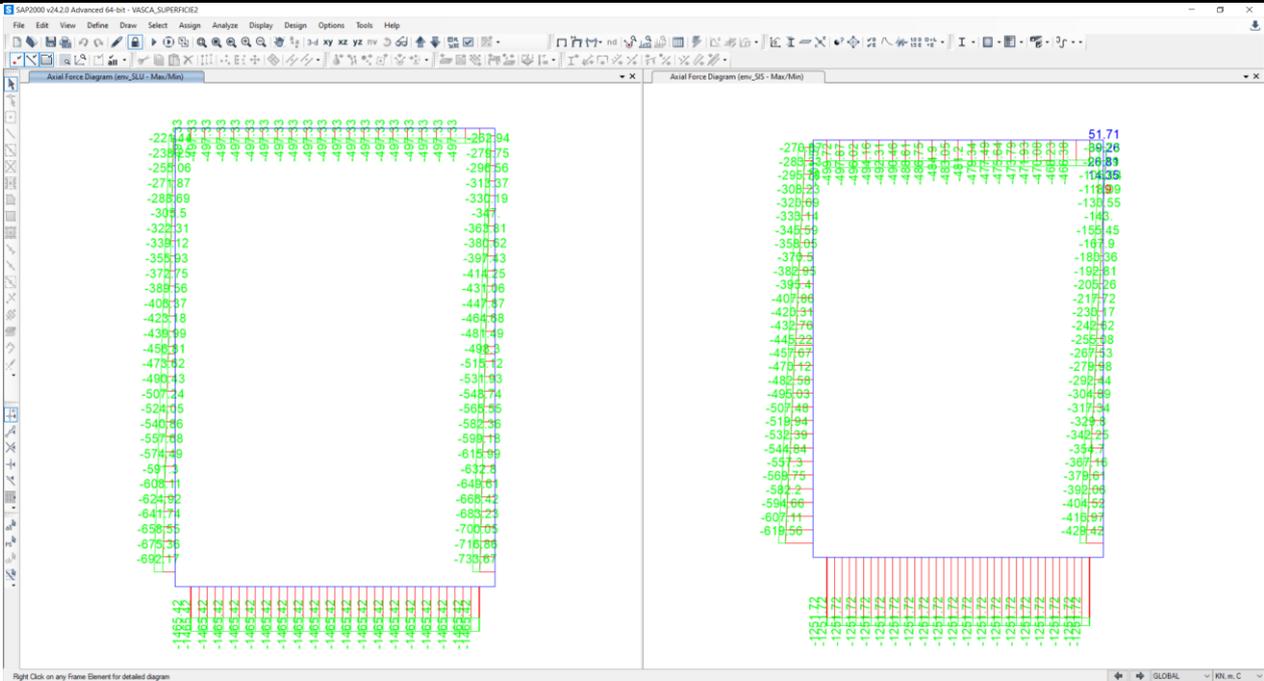


Figura 10-3: involucro sforzo assiale SLU e SIS

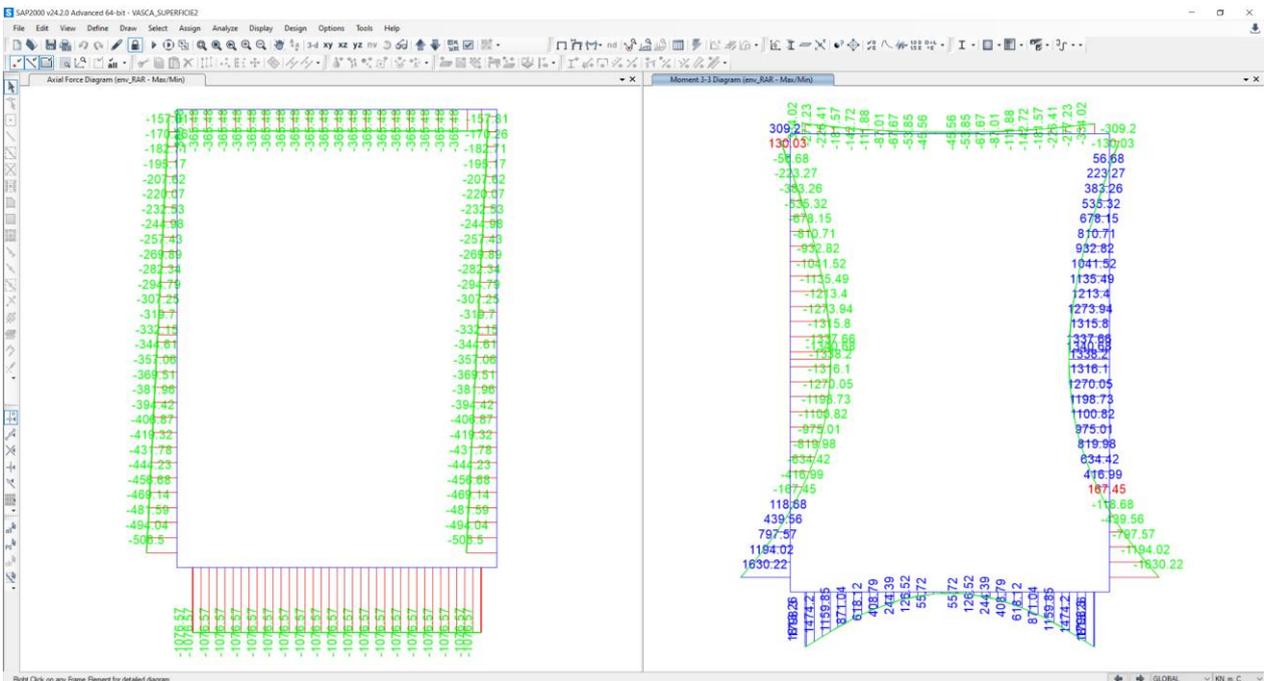


Figura 10-4: involucro momento e sforzo assiale SLE

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	39 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

## 11 VERIFICHE

### 11.1 VERIFICA ELEMENTI SPESSORE 50CM

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-457.93	66.91	<b>404.48</b>	421A	0.50	SIS2
<b>M3</b>	<b>min</b>	-501.57	242.62	<b>-1048.45</b>	421A	10.00	SIS5
<b>V2</b>	<b>max</b>	-495.74	<b>242.62</b>	-1046.43	421A	10.00	SIS1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-370.64	<b>-51.78</b>	-83.42	421A	0.50	SIS3
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-368.11</b>	-32.78	-57.71	421A	0.50	SIS4
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-501.57</b>	242.62	-1048.45	421A	10.00	SIS5

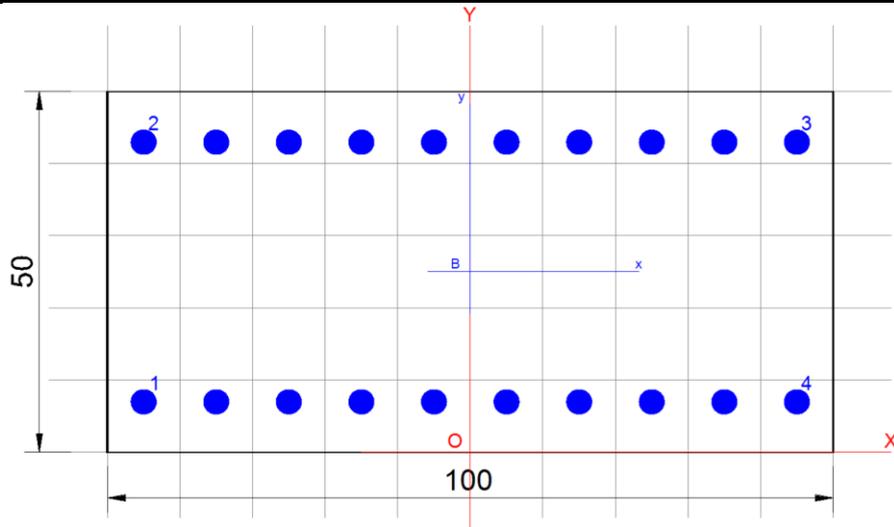
SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-338.64	0.00	<b>31.57</b>	421A	5.25	SLU2
<b>M3</b>	<b>min</b>	-439.13	-219.01	<b>-630.55</b>	421A	0.50	SLU4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-380.94	<b>177.51</b>	-404.65	421A	10.00	SLU1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-439.13	<b>-219.01</b>	-630.55	421A	0.50	SLU4
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-338.64</b>	-177.51	-390.01	421A	0.50	SLU2
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-497.33</b>	-177.51	-462.22	421A	0.50	SLU5

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-365.48	0.00	<b>-35.11</b>	421A	5.25	RAR4
<b>M3</b>	<b>min</b>	-365.48	-125.86	<b>-334.02</b>	421A	0.50	RAR4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-365.48	<b>125.86</b>	-334.02	421A	10.00	RAR4
<b>V2</b>	<b>min</b>	-365.48	<b>-125.86</b>	-334.02	421A	0.50	RAR4
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-358.39</b>	-116.36	-319.14	421A	0.50	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-365.48</b>	-125.86	-334.02	421A	0.50	RAR4

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	40 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO



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

NOME SEZIONE: sp\_50

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto $f_{cd}$ :	18.8 MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$ :	0.0020
	Def.unit. ultima $ecu$ :	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	33642.8 MPa
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	3.10 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	$S_c$ limite S.L.E. comb. Rare:	18.3 MPa
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. $f_{yk}$ :		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura $f_{tk}$ :		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto $f_{yd}$ :		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :		0.068
Modulo Elastico $E_f$ :		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50
$S_f$ limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	41 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.0	30
2	-45.0	43.0	30
3	45.0	43.0	30
4	45.0	7.0	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	30
2	2	3	8	30

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	458.00	404.00	0.00	0.00	0.00
2	502.00	-1049.00	0.00	0.00	0.00
3	496.00	-1046.00	0.00	0.00	0.00
4	371.00	-83.00	0.00	0.00	0.00
5	368.00	-58.00	0.00	0.00	0.00
6	502.00	-1048.00	0.00	0.00	0.00
7	339.00	32.00	0.00	0.00	0.00
8	439.00	-631.00	0.00	0.00	0.00
9	381.00	-405.00	0.00	0.00	0.00
10	439.00	-631.00	0.00	0.00	0.00
11	339.00	-390.00	0.00	0.00	0.00
12	497.00	-462.00	0.00	0.00	0.00



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	42 di 55

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	365.00	-35.00	0.00
2	365.00	-334.00	0.00
3	365.00	-334.00	0.00
4	365.00	-334.00	0.00
5	358.00	-319.00	0.00
6	365.00	-334.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	458.00	404.00	0.00	458.14	1120.36	0.00	2.77	141.4(15.0)
2	S	502.00	-1049.00	0.00	502.09	-1128.02	0.00	1.08	141.4(15.0)
3	S	496.00	-1046.00	0.00	495.73	-1126.91	0.00	1.08	141.4(15.0)
4	S	371.00	-83.00	0.00	370.78	-1105.13	0.00	13.31	141.4(15.0)
5	S	368.00	-58.00	0.00	367.90	-1104.63	0.00	19.05	141.4(15.0)
6	S	502.00	-1048.00	0.00	502.09	-1128.02	0.00	1.08	141.4(15.0)
7	S	339.00	32.00	0.00	339.10	1099.57	0.00	34.36	141.4(15.0)
8	S	439.00	-631.00	0.00	438.91	-1117.01	0.00	1.77	141.4(15.0)
9	S	381.00	-405.00	0.00	380.87	-1106.89	0.00	2.73	141.4(15.0)
10	S	439.00	-631.00	0.00	438.91	-1117.01	0.00	1.77	141.4(15.0)
11	S	339.00	-390.00	0.00	339.10	-1099.57	0.00	2.82	141.4(15.0)
12	S	497.00	-462.00	0.00	497.14	-1127.16	0.00	2.44	141.4(15.0)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**IADR 00 D 29 CL FA 06 00 002 A 43 di 55**

RELAZIONE DI CALCOLO

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	50.0	0.00116	-45.0	43.0	-0.01090	-45.0	7.0
2	0.00350	-50.0	0.0	0.00118	-45.0	7.0	-0.01077	45.0	43.0
3	0.00350	-50.0	0.0	0.00117	-45.0	7.0	-0.01079	45.0	43.0
4	0.00350	-50.0	0.0	0.00111	-45.0	7.0	-0.01116	45.0	43.0
5	0.00350	-50.0	0.0	0.00111	-45.0	7.0	-0.01116	45.0	43.0
6	0.00350	-50.0	0.0	0.00118	-45.0	7.0	-0.01077	45.0	43.0
7	0.00350	-50.0	50.0	0.00110	-45.0	43.0	-0.01125	-45.0	7.0
8	0.00350	-50.0	0.0	0.00115	-45.0	7.0	-0.01096	45.0	43.0
9	0.00350	-50.0	0.0	0.00112	-45.0	7.0	-0.01113	45.0	43.0
10	0.00350	-50.0	0.0	0.00115	-45.0	7.0	-0.01096	45.0	43.0
11	0.00350	-50.0	0.0	0.00110	-45.0	7.0	-0.01125	45.0	43.0
12	0.00350	-50.0	0.0	0.00117	-45.0	7.0	-0.01079	45.0	43.0

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

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000334959	-0.013247932	----	----
2	0.000000000	-0.000331967	0.003500000	----	----
3	0.000000000	-0.000332401	0.003500000	----	----
4	0.000000000	-0.000340846	0.003500000	----	----
5	0.000000000	-0.000341039	0.003500000	----	----
6	0.000000000	-0.000331967	0.003500000	----	----
7	0.000000000	0.000343065	-0.013653260	----	----
8	0.000000000	-0.000336261	0.003500000	----	----
9	0.000000000	-0.000340170	0.003500000	----	----
10	0.000000000	-0.000336261	0.003500000	----	----
11	0.000000000	-0.000343065	0.003500000	----	----
12	0.000000000	-0.000332305	0.003500000	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.02	-50.0	0.0	2.2	35.0	43.0	----	----



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	44 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

2	S	6.41	-50.0	0.0	-105.1	35.0	43.0	1000	70.7
3	S	6.41	-50.0	0.0	-105.1	35.0	43.0	1000	70.7
4	S	6.41	-50.0	0.0	-105.1	35.0	43.0	1000	70.7
5	S	6.14	-50.0	0.0	-99.7	35.0	43.0	1000	70.7
6	S	6.41	-50.0	0.0	-105.1	35.0	43.0	1000	70.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera $f_{ctm}$ in almeno una combinazione
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-13428.96	0.00
2	S	-0.00069	0.00000	0.500	30.0	55	0.00034 (0.00032)	259	0.088 (0.20)	-239.81	0.00
3	S	-0.00069	0.00000	0.500	30.0	55	0.00034 (0.00032)	259	0.088 (0.20)	-239.81	0.00
4	S	-0.00069	0.00000	0.500	30.0	55	0.00034 (0.00032)	259	0.088 (0.20)	-239.81	0.00
5	S	-0.00065	0.00000	0.500	30.0	55	0.00031 (0.00030)	259	0.081 (0.20)	-240.58	0.00
6	S	-0.00069	0.00000	0.500	30.0	55	0.00034 (0.00032)	259	0.088 (0.20)	-239.81	0.00

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	45 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

### VERIFICA A TAGLIO

#### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

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

Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	243	kN	
		$N_{Ed}$	0	kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>	
		$f_{ck}$	33.2	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81	N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5		
Altezza sezione		h	500	mm	
Copri ferro		c	79	mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000	mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	421	mm	
Area Calcestruzzo		$A_c$	500000	mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	n	$\emptyset$	10	30	mm
		$A_{s1}$	7065	mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0168	$\leq 0.02$	ok
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	0.0000	$\leq 0.2 f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.69	$\leq 2$	ok
$v_{\min} = 0,035k^{-3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	0.29		
		$V_{Rd}$	325.95	kN	
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$			<b>VERIFICATA</b>

La sezione necessita di armatura a taglio.

VASCHE DI SOLLEVAMENTO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	46 di 55

## 11.2 VERIFICA ELEMENTI SPESSORE 100CM

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1251.72	761.54	<b>4621.07</b>	1	0.50	SIS6
<b>M3</b>	<b>min</b>	-488.73	18.36	<b>-2006.04</b>	22	5.48	SIS6
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1250.97	<b>1191.54</b>	2827.32	4	0.53	SIS5
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1109.02	<b>-538.44</b>	1138.93	20	0.00	SIS7
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-138.43</b>	-378.64	459.88	22	14.95	SIS4
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1251.72</b>	761.54	4621.07	1	0.50	SIS6

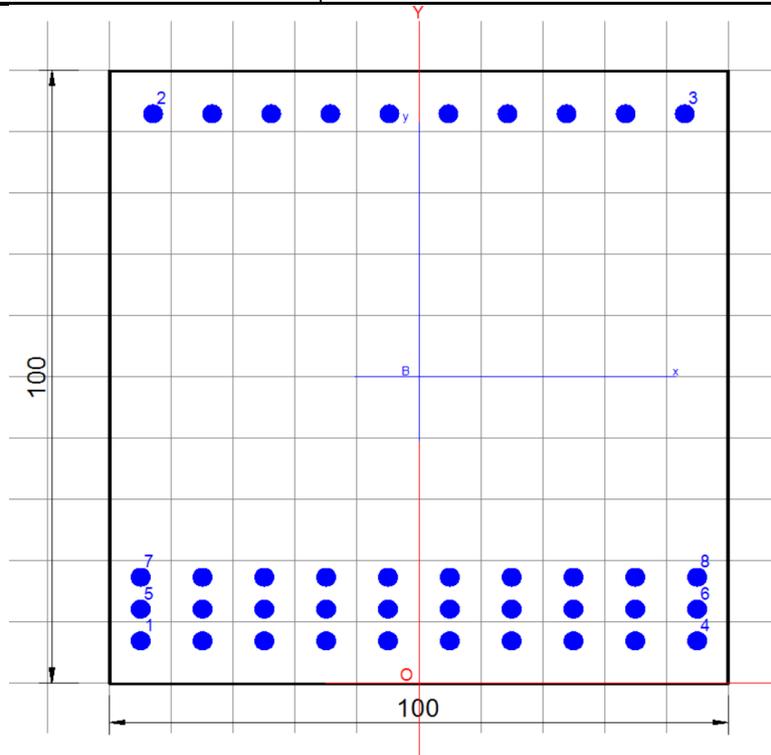
SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1282.77	-673.33	<b>3108.83</b>	20	0.03	SLU8
<b>M3</b>	<b>min</b>	-616.05	-1248.78	<b>-2212.67</b>	24	0.50	SLU6
<b>V2</b>	<b>max</b>	-412.50	<b>1306.46</b>	2760.87	22	0.50	SLU8
<b>V2</b>	<b>min</b>	-616.05	<b>-1248.78</b>	-2212.67	24	0.50	SLU6
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-51.36</b>	-426.90	19.25	22	14.95	SLU8
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1465.42</b>	762.70	2488.20	1	0.50	SLU6

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1076.57	598.16	<b>1813.26</b>	1	0.50	RAR4
<b>M3</b>	<b>min</b>	-325.93	-1.19	<b>-1340.68</b>	22	7.73	RAR4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-506.50	<b>916.19</b>	1630.22	22	0.50	RAR4
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1076.57	<b>-623.88</b>	1474.20	19	0.00	RAR4
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-134.85</b>	-356.04	291.07	22	14.95	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1076.57</b>	598.16	1813.26	1	0.50	RAR4

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	47 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO



**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: sp\_100**

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -** Classe: C32/40  
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.8 MPa  
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec: 33642.8 MPa  
 Resis. media a trazione fctm: 3.10 MPa  
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 18.3 MPa  
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 18.3 MPa  
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	48 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO**

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.0	26
2	-43.0	93.0	26
3	43.0	93.0	26
4	45.0	7.0	26
5	-45.0	12.2	26
6	45.0	12.2	26
7	-45.0	17.4	26
8	45.0	17.4	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26
3	5	6	8	26
4	7	8	8	26

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	49 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1252.00	4621.00	0.00	0.00	0.00
2	489.00	2006.00	0.00	0.00	0.00
3	1251.00	2827.00	0.00	0.00	0.00
4	1109.00	1139.00	0.00	0.00	0.00
5	138.00	460.00	0.00	0.00	0.00
6	1252.00	4621.00	0.00	0.00	0.00
7	1146.00	3343.00	0.00	0.00	0.00
8	1270.00	3411.00	0.00	0.00	0.00
9	1004.00	1307.00	0.00	0.00	0.00
10	1146.00	3231.00	0.00	0.00	0.00
11	721.00	796.00	0.00	0.00	0.00
12	1270.00	2864.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1283.00	3109.00	0.00
2	616.00	2213.00	0.00
3	412.00	2761.00	0.00
4	616.00	2213.00	0.00
5	51.00	19.00	0.00
6	1465.00	2488.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1077.00	1813.00 (983.91)	0.00 (0.00)
2	326.00	1341.00 (921.40)	0.00 (0.00)
3	506.00	1630.00 (932.77)	0.00 (0.00)
4	1077.00	1474.00 (1010.60)	0.00 (0.00)
5	135.00	291.00 (959.76)	0.00 (0.00)
6	1077.00	1813.00 (983.91)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**IADR 00 D 29 CL FA 06 00 002 A 50 di 55**

RELAZIONE DI CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	1252.00	4621.00	0.00	1252.27	5153.72	0.00	1.11	212.4(30.0)
2	S	489.00	2006.00	0.00	488.91	4981.75	0.00	2.46	212.4(30.0)
3	S	1251.00	2827.00	0.00	1251.05	5153.47	0.00	1.80	212.4(30.0)
4	S	1109.00	1139.00	0.00	1109.07	5123.89	0.00	4.32	212.4(30.0)
5	S	138.00	460.00	0.00	137.73	4891.96	0.00	10.48	212.4(30.0)
6	S	1252.00	4621.00	0.00	1252.27	5153.72	0.00	1.11	212.4(30.0)
7	S	1146.00	3343.00	0.00	1146.15	5131.73	0.00	1.53	212.4(30.0)
8	S	1270.00	3411.00	0.00	1269.83	5157.31	0.00	1.50	212.4(30.0)
9	S	1004.00	1307.00	0.00	1004.21	5101.33	0.00	3.79	212.4(30.0)
10	S	1146.00	3231.00	0.00	1146.15	5131.73	0.00	1.58	212.4(30.0)
11	S	721.00	796.00	0.00	720.86	5037.37	0.00	6.08	212.4(30.0)
12	S	1270.00	2864.00	0.00	1269.83	5157.31	0.00	1.78	212.4(30.0)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	50.0	100.0	0.00281	43.0	93.0	-0.00566	-45.0	7.0
2	0.00350	50.0	100.0	0.00270	43.0	93.0	-0.00717	-45.0	7.0
3	0.00350	50.0	100.0	0.00281	43.0	93.0	-0.00566	-45.0	7.0
4	0.00350	50.0	100.0	0.00279	43.0	93.0	-0.00591	-45.0	7.0
5	0.00350	50.0	100.0	0.00263	43.0	93.0	-0.00804	-45.0	7.0
6	0.00350	50.0	100.0	0.00281	43.0	93.0	-0.00566	-45.0	7.0
7	0.00350	50.0	100.0	0.00280	43.0	93.0	-0.00584	-45.0	7.0
8	0.00350	50.0	100.0	0.00281	43.0	93.0	-0.00563	-45.0	7.0
9	0.00350	50.0	100.0	0.00278	43.0	93.0	-0.00610	-45.0	7.0
10	0.00350	50.0	100.0	0.00280	43.0	93.0	-0.00584	-45.0	7.0
11	0.00350	50.0	100.0	0.00274	43.0	93.0	-0.00666	-45.0	7.0
12	0.00350	50.0	100.0	0.00281	43.0	93.0	-0.00563	-45.0	7.0



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	51 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

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

a, b, c           Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d               Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.            Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000098512	-0.006351183	----	----
2	0.000000000	0.000114707	-0.007970656	----	----
3	0.000000000	0.000098534	-0.006353406	----	----
4	0.000000000	0.000101191	-0.006619057	----	----
5	0.000000000	0.000124077	-0.008907662	----	----
6	0.000000000	0.000098512	-0.006351183	----	----
7	0.000000000	0.000100479	-0.006547920	----	----
8	0.000000000	0.000098189	-0.006318949	----	----
9	0.000000000	0.000103247	-0.006824687	----	----
10	0.000000000	0.000100479	-0.006547920	----	----
11	0.000000000	0.000109249	-0.007424904	----	----
12	0.000000000	0.000098189	-0.006318949	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver                S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max            Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
 Xc max, Yc max   Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min            Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
 Xs min, Ys min   Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff.            Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff.            Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	16.19	50.0	100.0	-249.0	-45.0	7.0	1800	159.3
2	S	11.27	-50.0	100.0	-185.4	-45.0	7.0	1850	159.3
3	S	13.74	-50.0	100.0	-241.4	-5.0	7.0	1900	159.3
4	S	11.27	-50.0	100.0	-185.4	-45.0	7.0	1850	159.3
5	S	0.13	-50.0	100.0	-0.6	-45.0	7.0	900	53.1
6	S	13.33	-50.0	100.0	-187.5	-35.0	7.0	1750	106.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.                La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera  $f_{ctm}$  in almeno una combinazione  
 Esito della verifica  
 e1                Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 e2                Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 k1                = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt                = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2                = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2)/(2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
 k3                = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4                = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø                 Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf                Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm      Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max            Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk                Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e\_sm - e\_cm)$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess.          Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
 PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**IADR** 00 D 29 CL FA 06 00 002 A 52 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00143	0.00000	0.500	26.0	37	0.00108 (0.00075)	176	0.191 (0.20)	950.58	0.00
2	S	-0.00106	0.00000	0.500	26.0	37	0.00076 (0.00056)	177	0.135 (0.20)	927.32	0.00
3	S	-0.00138	0.00000	0.500	26.0	57	0.00079 (0.00072)	247	0.195 (0.20)	906.00	0.00
4	S	-0.00106	0.00000	0.500	26.0	37	0.00076 (0.00056)	177	0.135 (0.20)	927.32	0.00
5	S	0.00000	0.00000	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	201	0.000 (0.20)	1650.97	0.00
6	S	-0.00108	0.00000	0.500	26.0	57	0.00073 (0.00056)	267	0.194 (0.20)	982.92	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.72	-50.0	100.0	-136.4	-45.0	7.0	1750	106.2
2	S	6.79	-50.0	100.0	-113.7	-45.0	7.0	1850	159.3
3	S	8.35	-50.0	100.0	-135.1	-25.0	7.0	1850	159.3
4	S	8.07	-50.0	100.0	-105.6	-25.0	7.0	1700	106.2
5	S	1.53	-50.0	100.0	-22.9	-25.0	7.0	1800	159.3
6	S	9.72	-50.0	100.0	-136.4	-45.0	7.0	1750	106.2

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00079	0.00000	0.500	26.0	37	0.00047 (0.00041)	199	0.094 (0.20)	983.91	0.00
2	S	-0.00065	0.00000	0.500	26.0	37	0.00041 (0.00034)	177	0.072 (0.20)	921.40	0.00
3	S	-0.00077	0.00000	0.500	26.0	57	0.00051 (0.00041)	245	0.126 (0.20)	932.77	0.00
4	S	-0.00061	0.00000	0.500	26.0	57	0.00032 (0.00032)	265	0.086 (0.20)	1010.60	0.00
5	S	-0.00013	0.00000	0.500	26.0	57	0.00007 (0.00007)	244	0.017 (0.20)	959.76	0.00
6	S	-0.00079	0.00000	0.500	26.0	37	0.00047 (0.00041)	199	0.094 (0.20)	983.91	0.00

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	53 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

### VERIFICA A TAGLIO

#### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

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

Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	1117	kN	
		$N_{Ed}$	0	kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>	
		$f_{ck}$	33.2	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81	N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5		
Altezza sezione		h	1000	mm	
Copriferro		c	79	mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000	mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	921	mm	
Area Calcestruzzo		$A_c$	1000000	mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	n 30	$\emptyset$	26	mm	
		$A_{sl}$	15919.8	mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0173	$\leq 0.02$	ok
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	0.0000	$\leq 0.2 f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.47	$\leq 2$	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	0.26		
		$V_{Rd}$	624.95	kN	
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>		

La sezione necessita di armatura a taglio.

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	54 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

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

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15	
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b>	°
diámetro staffe		$\emptyset$	0.79	rad
numero bracci staffe		n	<b>3</b>	mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	603.19	mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100</b>	mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90	°
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	1.57	rad
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	9.41	N/mm <sup>2</sup>
		$V_{Rsd}$	1956.42	kN
		$V_{Rcd}$	3898.59	kN
		$V_{Rd}$	1956.42	kN

**Verifica:**

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

**VERIFICATA**



**NODO DI BARI**  
**BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE**  
PROGETTO DEFINITIVO

VASCHE DI SOLLEVAMENTO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	FA 06 00 002	A	55 di 55

RELAZIONE DI CALCOLO

## 12 RIEPILOGO INCIDENZE

- ELEMENTI SPESSORE 50CM: 290 kg/m<sup>2</sup>
- ELEMENTI SPESSORE 100CM: 200 kg/m<sup>2</sup>