

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

GALLERIE ARTIFICIALI

ELABORATI GENERALI

Scale di accesso alle aree di soccorso - Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

IADR 00 D 29 CL GA0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione PD per AI	M.Botta <i>M. Botta</i>	SETT '23	J. Amato-A. Donnarumma <i>Antonio Donnarumma</i>	SETT '23	G. Dimaggio <i>Giorgio Dimaggio</i>	SETT '23	F. ARDUINI 29/09/2023 

File: IADR00D29CLGA0000002A

n. Elab.:





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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	2 di 83

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
3	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	9
3.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	9
4	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	12
4.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	12
4.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	12
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	13
5.1	CALCESTRUZZO .....	13
5.2	ACCIAIO .....	13
5.2.1	<i>Acciaio per cemento armato</i> .....	13
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	14
7	GEOMETRIA .....	16
8	INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA .....	17
9	ANALISI DEI CARICHI .....	19
9.1	PESO PROPRIO (DEAD) .....	19
9.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (PERM) .....	19
9.3	SPINTA DEL TERRENO (SPTSX E SPTDX) .....	20
9.4	CARICHI ACCIDENTALI (ACC E LM71) .....	22
9.5	SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO (SPACCSX) .....	25
9.6	AZIONE SISMICA .....	26
9.6.1	<i>Classificazione sismica</i> .....	26
9.6.2	<i>Forze d'inerzia</i> .....	26
9.6.3	<i>Spinta sismica del terreno (SPSSX)</i> .....	29



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	3 di 83

9.7	AZIONE TERMICA .....	30
9.8	RITIRO DEL CALCESTRUZZO .....	30
10	COMBINAZIONI DI CARICO .....	31
10.1	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	34
11	VERIFICHE .....	38
11.1	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE .....	38
11.2	VERIFICA PIEDRITTI .....	47
11.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE .....	55
11.4	VERIFICA SETTI INTERNI .....	63
12	VERIFICA DELLA PARETE POZZETTO .....	70
13	VERIFICA DELLA SCALA INTERNA .....	76
13.1	ANALISI DEI CARICHI RAMPA .....	76
13.1.1	VERIFICHE .....	77
14	RIEPILOGO INCIDENZE .....	83



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	4 di 83

## 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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	5 di 83

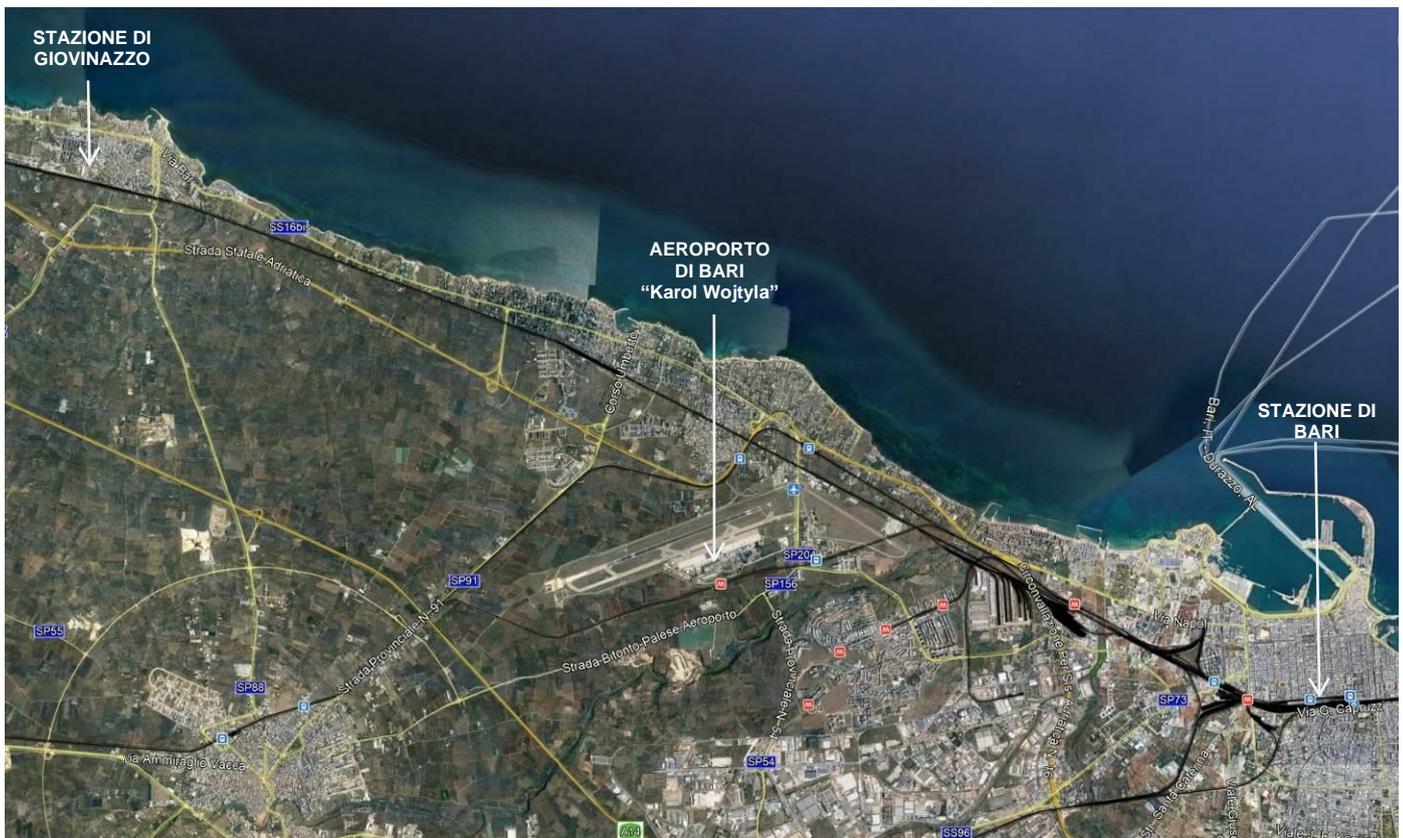
RELAZIONE DI CALCOLO

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 sfiocca 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.



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	8 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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 Bregiola e della linea ferroviaria Bari-Bitonto via Palese, gestita dalle Ferrovie del Nord Barese.

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 Wojtyła" 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

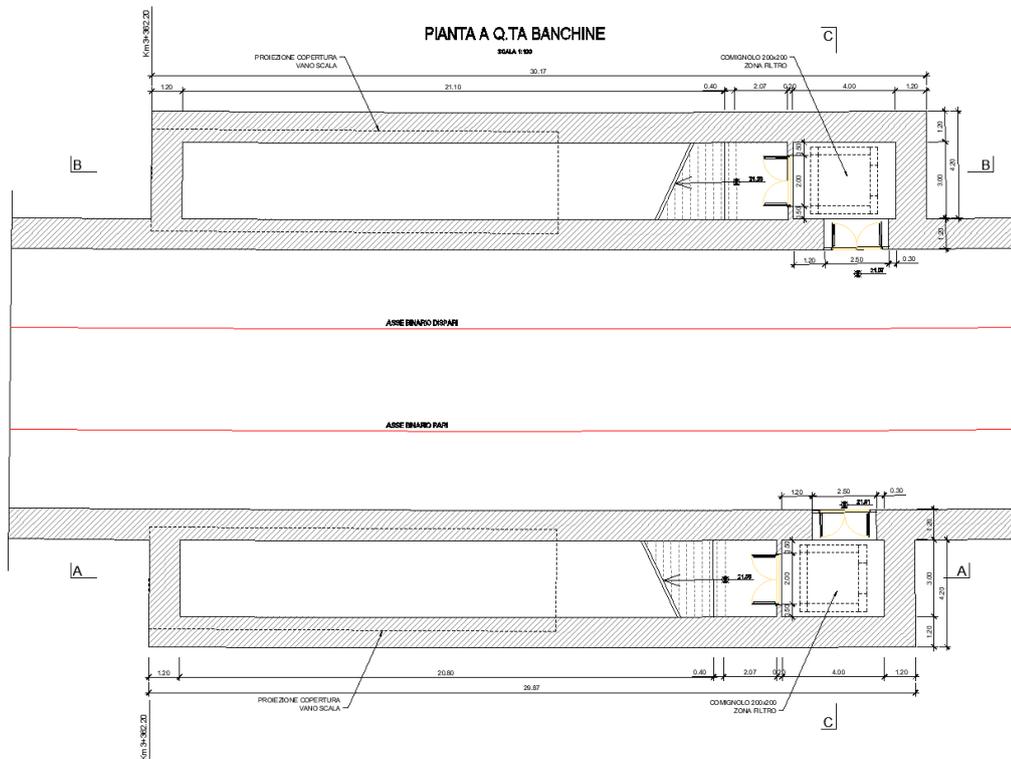
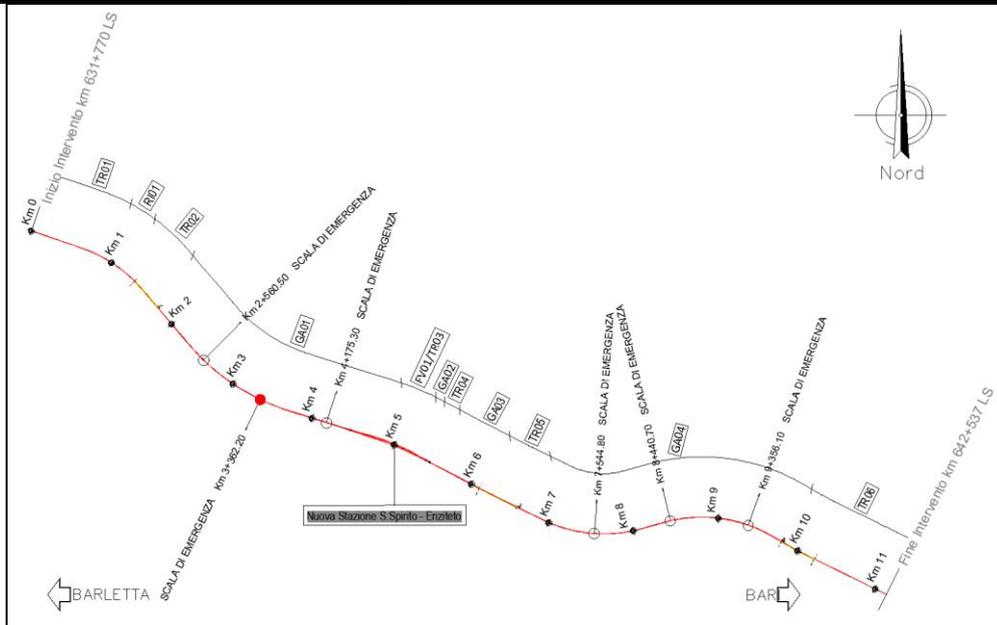
Nella presente relazione viene riportato il calcolo delle scale di accesso alle aree di soccorso relativa al Progetto Definitivo della linea ferroviaria Bari – Barletta, posizionate lungo la tratta ferroviaria Bari Nord Santo Spirito – Bari Palese.

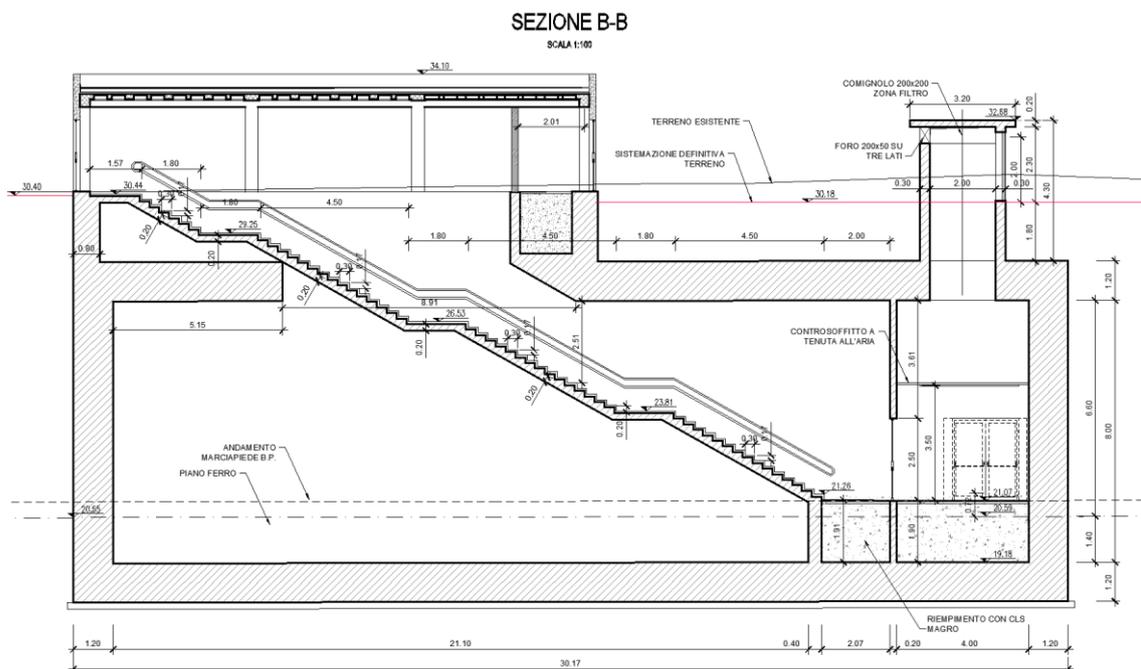
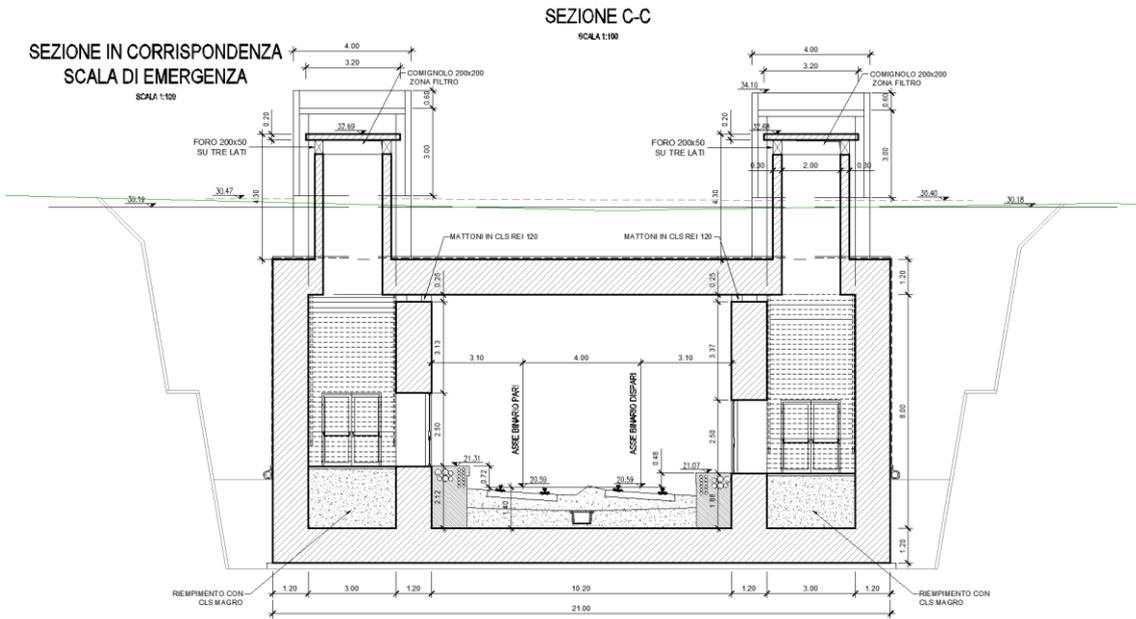


**Figura 3-1: planimetria del tracciato in oggetto - Google Earth.**

#### 3.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le scale di accesso sono costituite da uno scatolare di tipo tricellulare. Tutti gli elementi portanti (soletta superiore, inferiore, piedritti e setti interni misurano 120 cm. La luce netta interna è pari a 8,00 m. il collegamento con l'esterno è garantito tramite una scala in c.a. appoggiata ai setti. Sul solaio di copertura sono posizionati dei comignoli di dimensione in pianta pari a 2,60x2,60 m e con spessore delle pareti pari a 30 cm.





Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

	<b>NODO DI BARI</b> <b>BARI NORD - VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE</b> PROGETTO DEFINITIVO					
SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA <b>IADR</b>	REL 00	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 00 00 002	REV. A	FOGLIO 12 di 83

## 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 2021- 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.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	13 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

## 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>

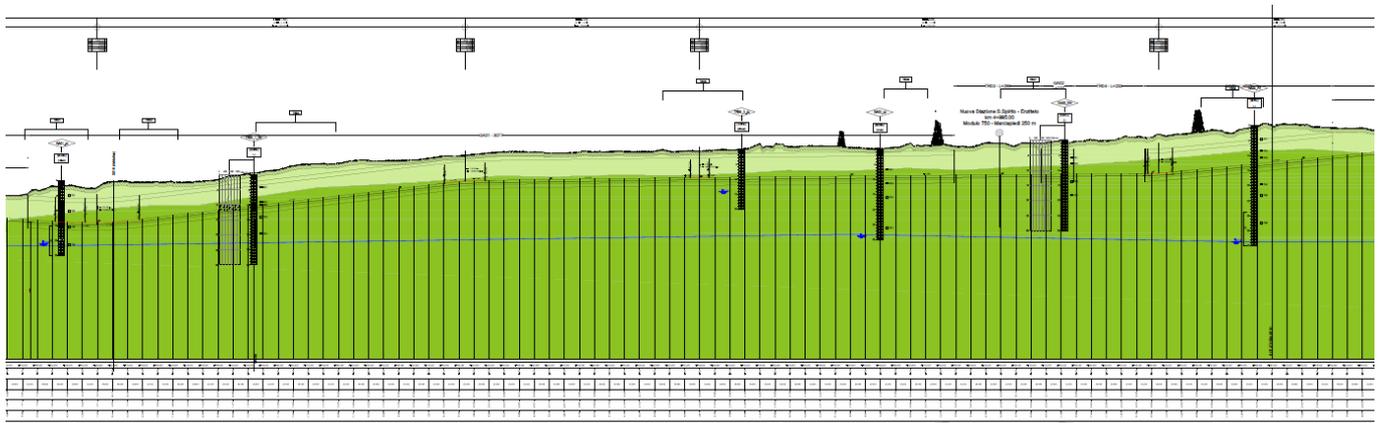
## 6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

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)
TC	19.0	28-30	0-5				10	
<b>CAL</b> Calt	20.0	35-37	0-10				50	1E-03 ÷ 1E-05
C1a (da inizio a 5+000 da 8+000 a fine)	24.0	43	40	30	40	9	500	1E-04 ÷ 1E-6
C1b (da 5+500 a 8+000)	24.0	41	20	20	40	9	500	1E-04 ÷ 1E-6
C2	24.0	43	100	35	70	9	1000	1E-04 ÷ 1E-6

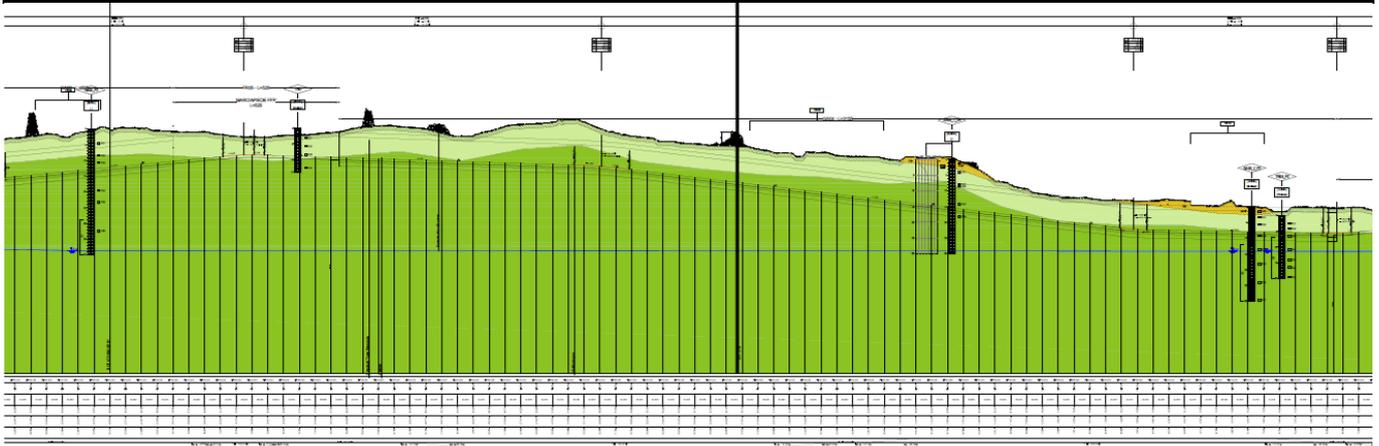
La falda si trova ad una quota di circa 0 m s.l.m. e non interferisce con le opere in progetto.

Il terreno di fondazione è costituito dall'unità C2.



SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	15 di 83



**Figura 6-1: profilo geotecnico**

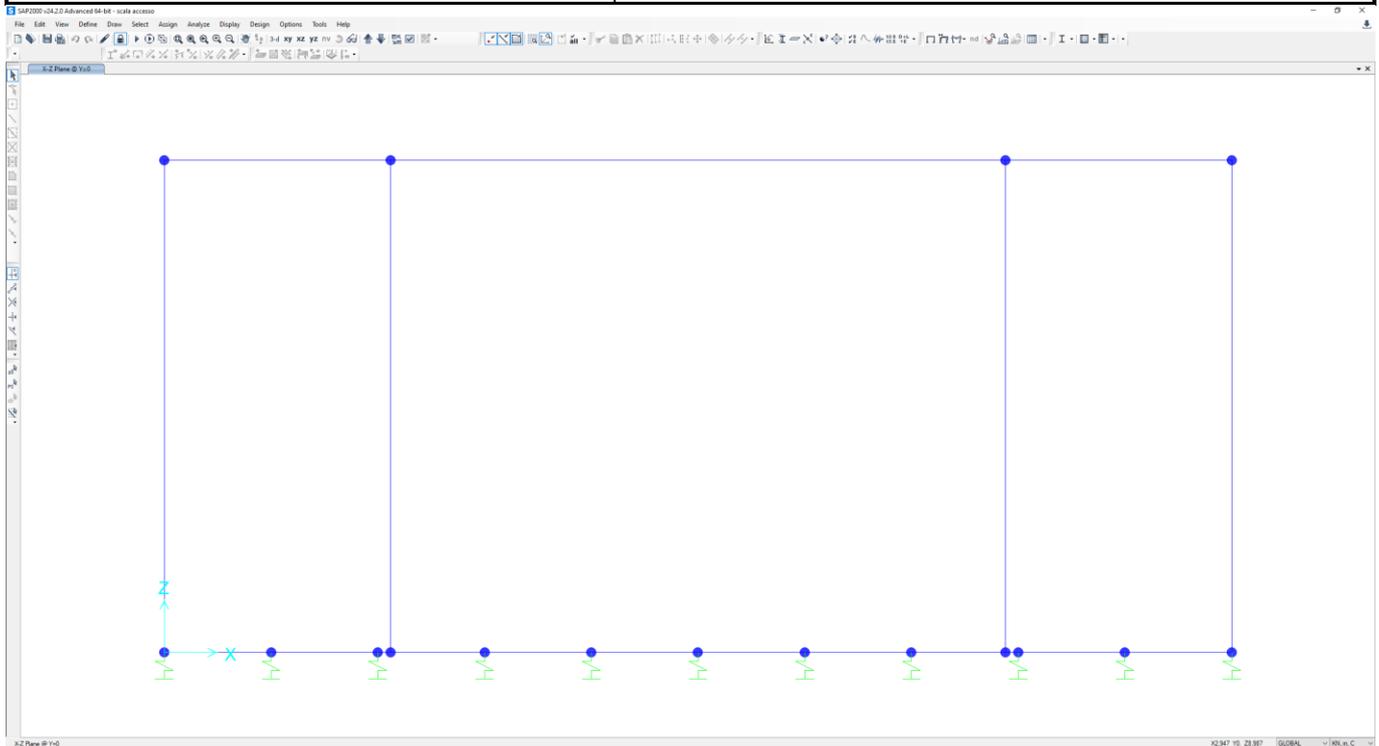
## 7 GEOMETRIA

Le caratteristiche geometriche risultano:

- Larghezza totale dello scatolare	Ltot	21,00 m
- Larghezza utile dello scatolare	Lint	18,60 m
- Altezza totale dello scatolare	Htot	10,40 m
- Altezza libera dello scatolare	Hint	8,00 m
- Spessore della soletta	Ss	1,20 m
- Spessore piedritti	Sp	1,20 m
- Spessore fondazione	Sf	1,20 m
- Spessore setti intermedi	Ssi	1,20 m

Larghezza striscia di calcolo  $b = 1$  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**

## 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:



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	18 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

rigidezza molle

E (kN/m <sup>2</sup> )	1000000	modulo di Young terreno di fondazione
b <sub>t</sub> (m)	21,00	dimensione trasversale dell'opera
b <sub>l</sub> (m)	1	dimensione longitudinale dell'opera
k <sub>s</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	174732	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)

Per quanto riguarda il carico permanente, distinguiamo due casi di carico: la soletta superiore è infatti interessata dal solo rinterro, mentre quella inferiore dal traffico ferroviario.

#### Permanenti portati (condizione PERM)\_sol superiore

Peso specifico ballast	$\gamma_b$	0.00 $\text{kN/m}^3$
Altezza ballast	$H_b$	0.80 m
Peso ballast	$P_b$	0.00 $\text{kN/m}^2$
Peso specifico rinterro	$\gamma_r$	22.00 $\text{kN/m}^3$
Altezza rinterro	$H_r$	4.00 m
Peso rinterro	$P_r$	88.00 $\text{kN/m}^2$
Peso specifico massetto di protezione/pendenza	$\gamma_m$	0.00 $\text{kN/m}^3$
Altezza massetto di protezione/pendenza	$H_m$	0.24 m
Peso massetto di protezione/pendenza	$P_m$	0.00 $\text{kN/m}^2$
Permanente totale	G2p	88.00 $\text{kN/m}^2$
Permanente nodi 1, 2, 15, 17	G2P	52.80 $\text{kN/m}$

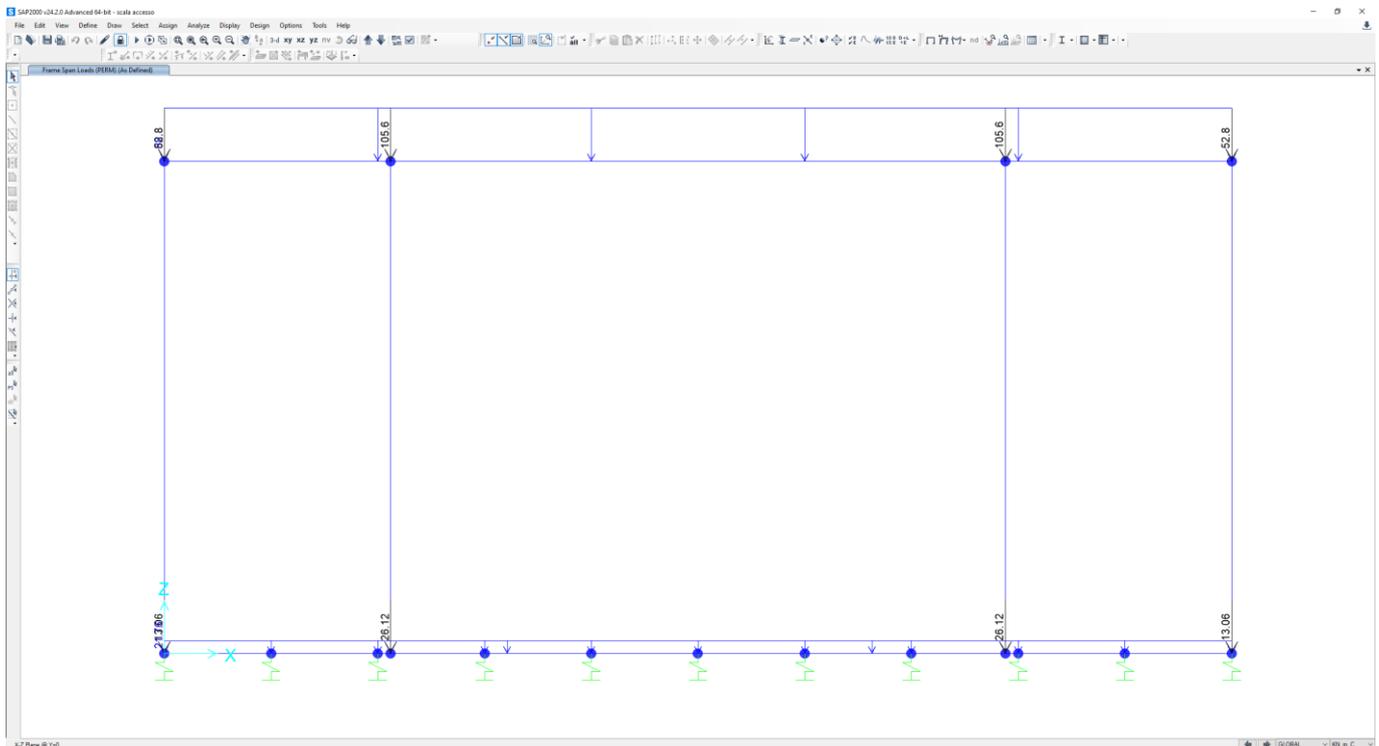
#### Permanenti portati (condizione PERM)\_sol inferiore

Peso specifico ballast	$\gamma_b$	20.00 $\text{kN/m}^3$
Altezza ballast	$H_b$	0.80 m
Peso ballast	$P_b$	16.00 $\text{kN/m}^2$
Peso specifico rinterro	$\gamma_r$	22.00 $\text{kN/m}^3$
Altezza rinterro	$H_r$	0.00 m
Peso rinterro	$P_r$	0.00 $\text{kN/m}^2$
Peso specifico massetto di protezione/pendenza	$\gamma_m$	24.00 $\text{kN/m}^3$

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	20 di 83

Altezza massetto di protezione/pendenza	$H_m$	<b>0.24</b> m
Peso massetto di protezione/pendenza	$P_m$	5.76 kN/m <sup>2</sup>
Permanente totale	G2p	<b>21.76</b> kN/m <sup>2</sup>
Permanente nodi 3, 13, 14, 16	G2P	<b>13.06</b> kN/m



**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  $K_0=0,455$ .

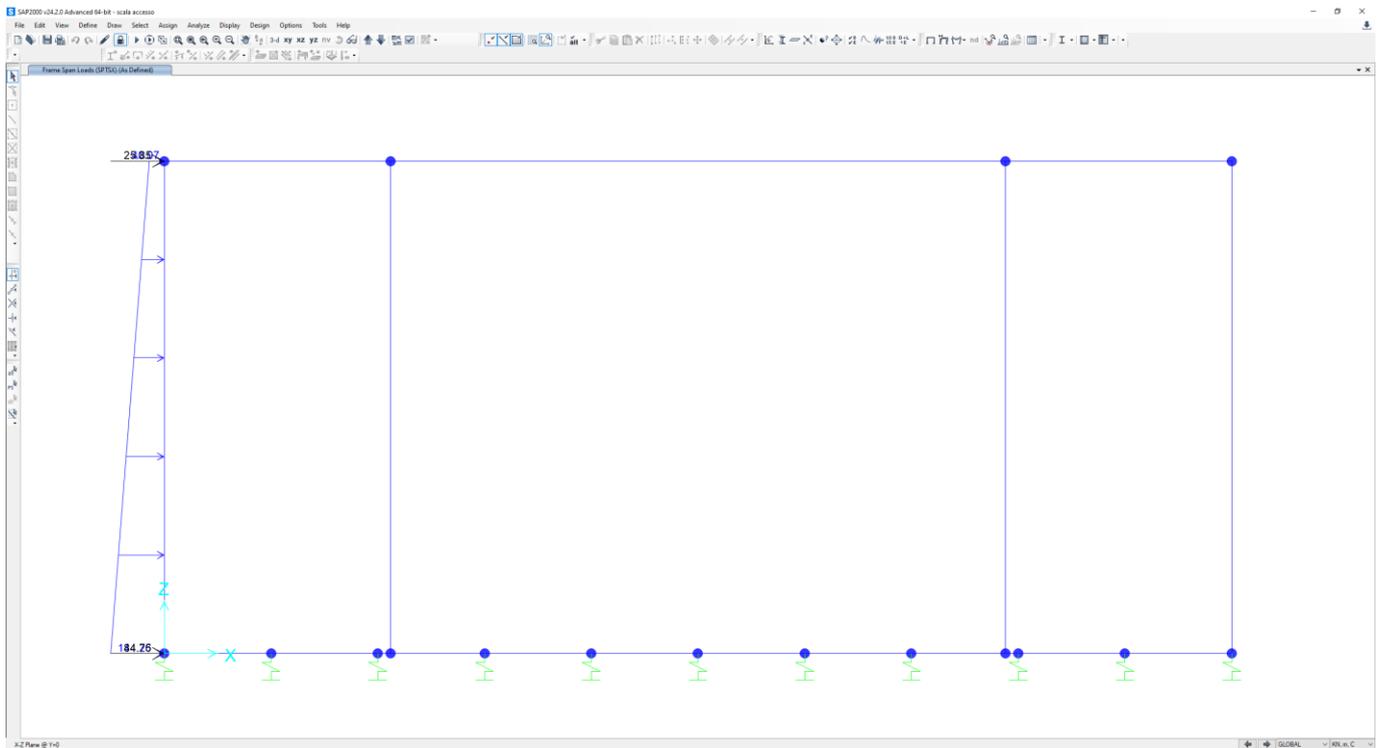
#### Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	21 di 83

Pressione estradosso soletta superiore	P1	<b>40.07</b> kN/m <sup>2</sup>
Pressione asse soletta superiore	P2	<b>46.08</b> kN/m <sup>2</sup>
Pressione asse soletta inferiore	P3	<b>138.25</b> kN/m <sup>2</sup>
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	<b>144.26</b> kN/m <sup>2</sup>
Forza concentrata asse soletta superiore	F1	<b>25.85</b> kN/m
Forza concentrata asse soletta inferiore	F1	<b>84.75</b> kN/m



**Figura 9-2: carico SPTSX**

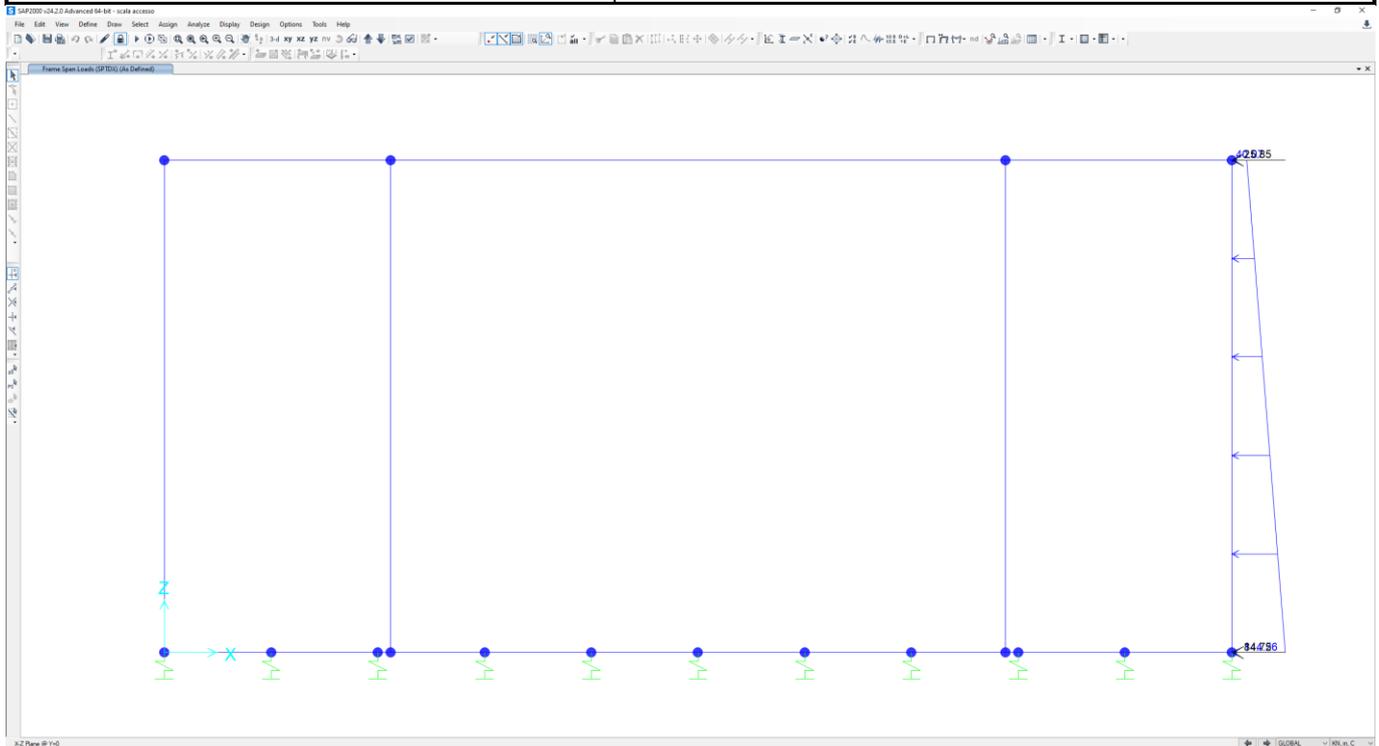


Figura 9-3: carico SPTDX

## 9.4 CARICHI ACCIDENTALI (ACC E LM71)

Nella soletta inferiore si considera il modello di carico LM71:

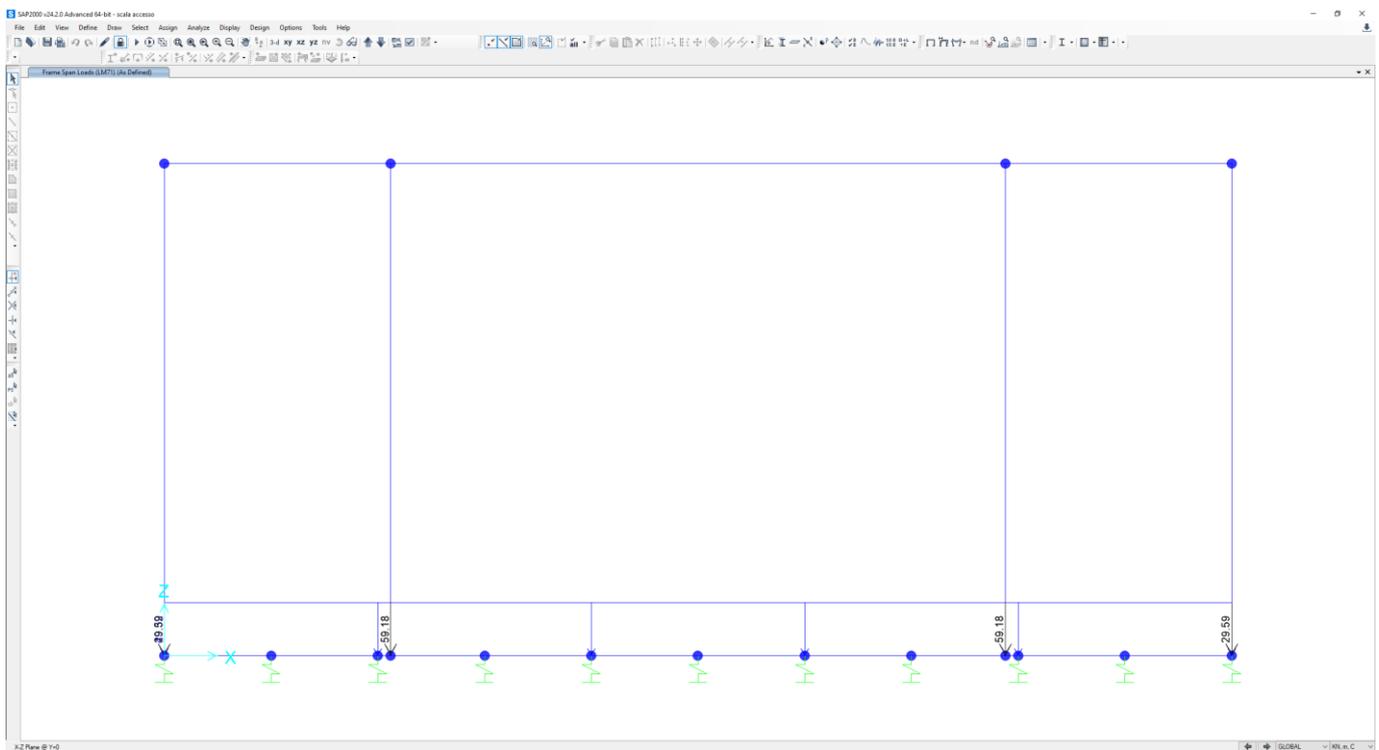
### Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione LM71)\_sol inferiore

Coefficiente di incremento dinamico	$\Phi$	1.09
Coefficiente di adattamento	$\alpha$	1.10
Larghezza di diffusione nel ballast	$L_{db}$	0.2 m
Larghezza di diffusione nel rinterro	$L_{dr}$	0.0 m
Larghezza di diffusione nel cls	$L_{dc}$	1.2 m
Larghezza trasversale di diffusione del carico	$L_{dv}$	3.80 m
Carico distribuito per treno LM71	$q_1$	80 kN/m
Carico concentrato per treno LM71	$Q_1$	250 kN
Num. carichi concentrati	$N_{Q1}$	4
Lunghezza applicazione carichi concentrati	$L_{d,Q1}$	6.40 m

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	23 di 83

Carico ripartito verticale per LM71	$P_{Q1}$	<b>25.25</b>	$\text{kN/m}^2$
Carico ripartito verticale per LM71	$P_{Q1}$	<b>49.32</b>	$\text{kN/m}^2$
Accidentale nodi 1 e 2	$P_{Q1}$	<b>29.59</b>	$\text{kN/m}$



**Figura 9-4: carico LM71**

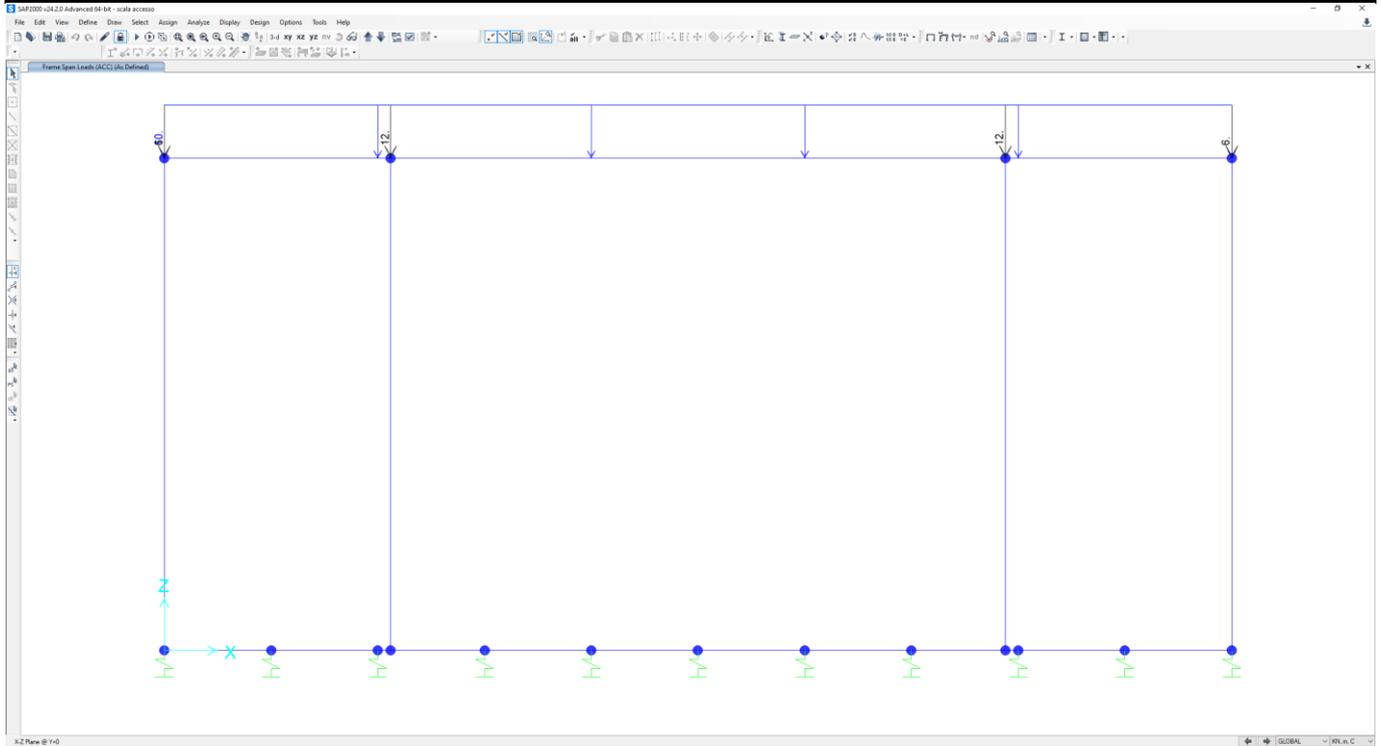
Nella soletta superiore invece si considera il sovraccarico dovuto ai mezzi di cantiere:

**Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACC)\_sol superiore**

Carico stradale ripartito verticale	$P_{Q1}$	<b>10.00</b>	$\text{kN/m}^2$
Accidentale nodi 1 e 2	$P_{Q1}$	<b>6.00</b>	$\text{kN/m}$

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	24 di 83



**Figura 9-5: carico ACC**

## 9.5 SPINTA SUI PIEDRITTI PRODOTTA DAL SOVRACCARICO (SPACCSX)

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico massimo agente sulla soletta superiore, che vale:

### Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico (condizione SPACCSX)

Spinta sul piedritto	$S_{Q1}$	<b>4.55</b> kN/m <sup>2</sup>
Spinta semispessore soletta superiore	$F_{Q1,sup}$	2.73 kN/m
Spinta semispessore soletta inferiore	$F_{Q1,inf}$	2.73 kN/m

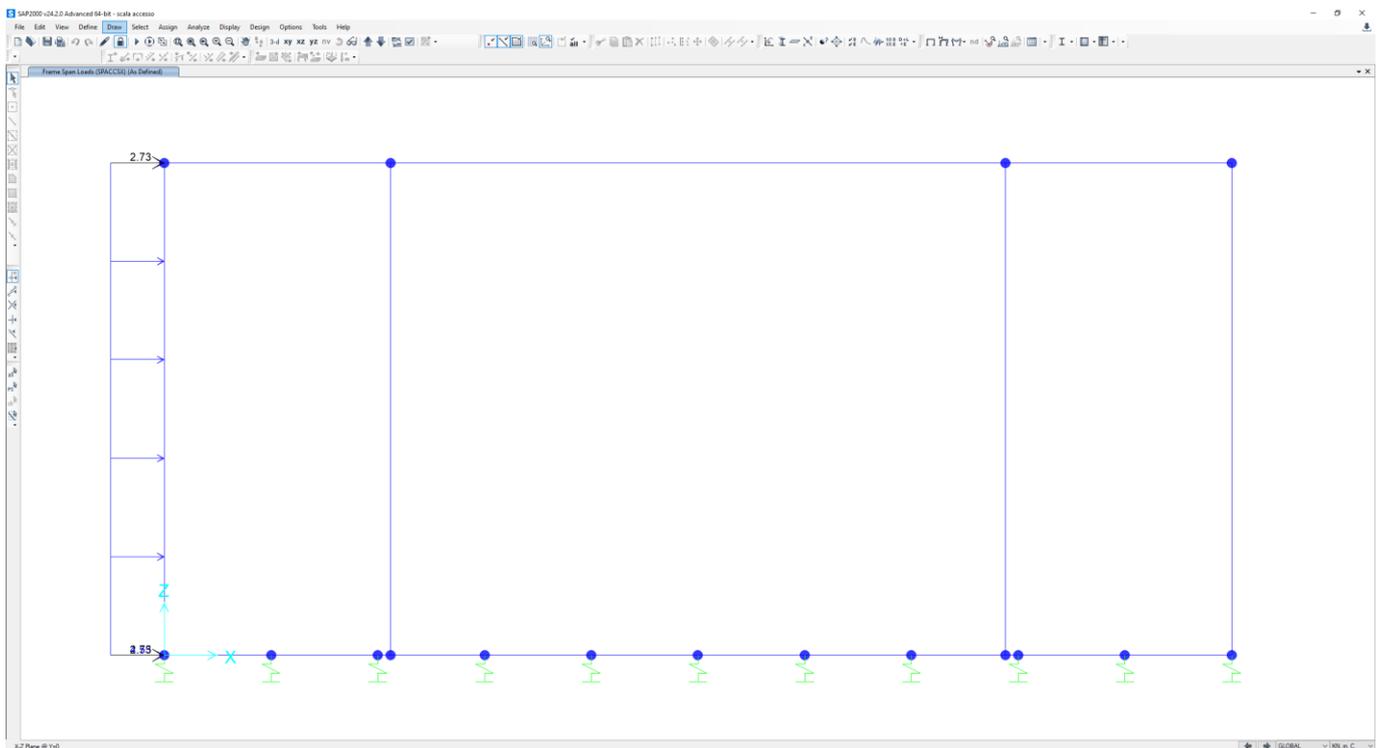


Figura 9-6: carico SPACCSX



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	26 di 83

## 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  $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v \cdot W$

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  $V_R=V_N \cdot C_U=112.5$  anni.

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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	27 di 83

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

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

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:

SismaH

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

% carico accidentale

20%

Forza orizzontale su soletta di copertura

$F'_h$

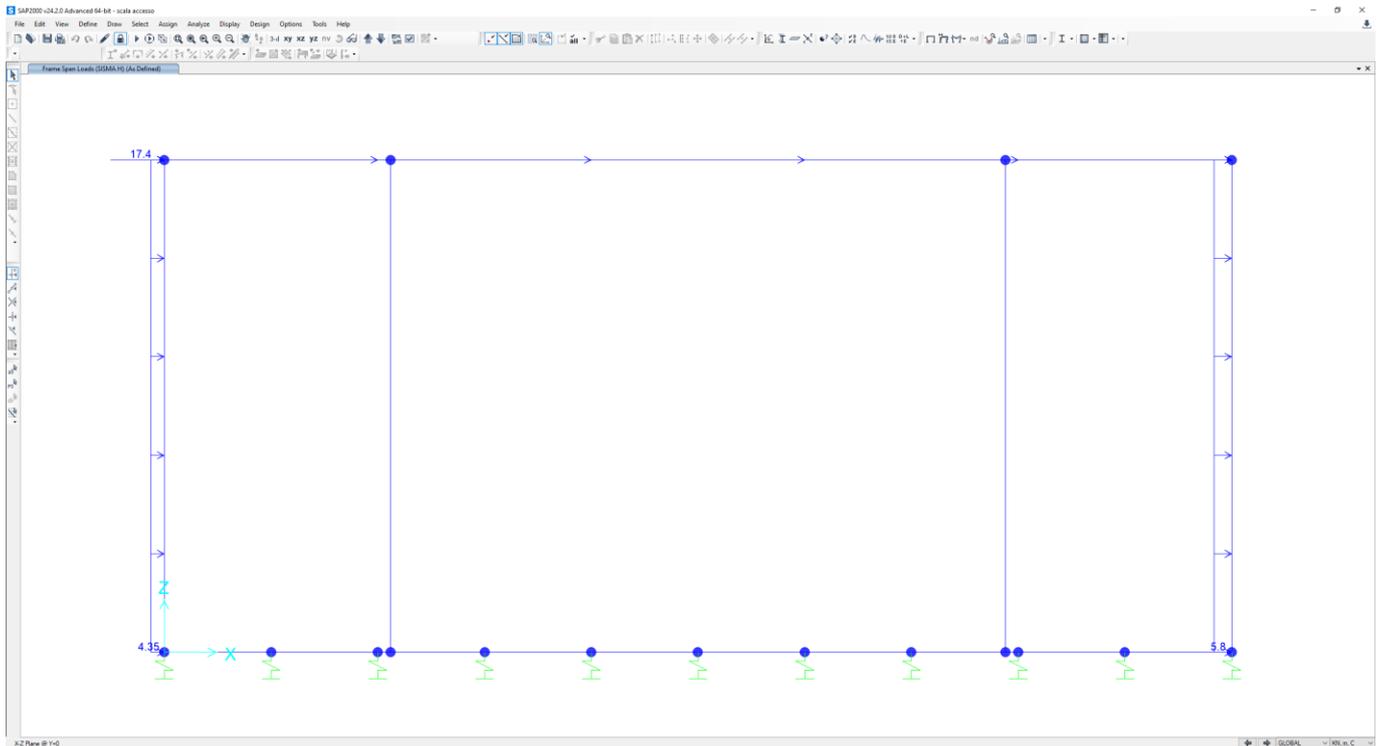
17.40 kN/m<sup>2</sup>

Forza orizzontale sul singolo piedritto

$F''_h$

4.35 kN/m<sup>2</sup>

Dove  $F'_h$  è dato da  $k_h * (\text{peso soletta superiore} + \text{permanente soletta superiore} + 20\% \text{ accidentale su soletta superiore})$ , e  $F''_h$  è dato da  $k_h * (\text{peso piedritto})$ .



**Figura 9-7: carico Sisma H**

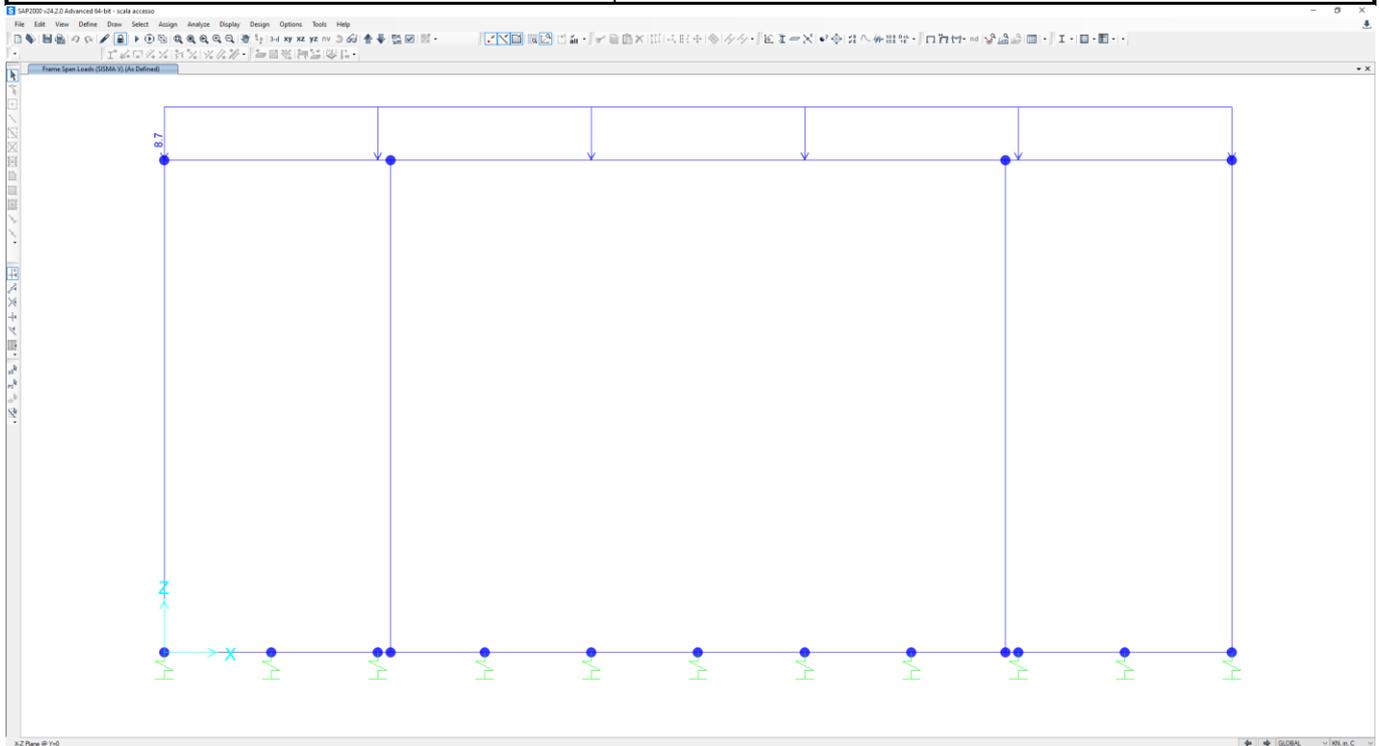
SismaV

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

Forza verticale su soletta di copertura

$$F''_v \quad 8.70 \text{ kN/m}^2$$

Dove  $F''_v$  è dato da  $k_v \cdot (\text{peso soletta superiore} + \text{permanente soletta superiore} + 20\% \text{ accidentale su soletta superiore})$



**Figura 9-8: carico Sisma V**

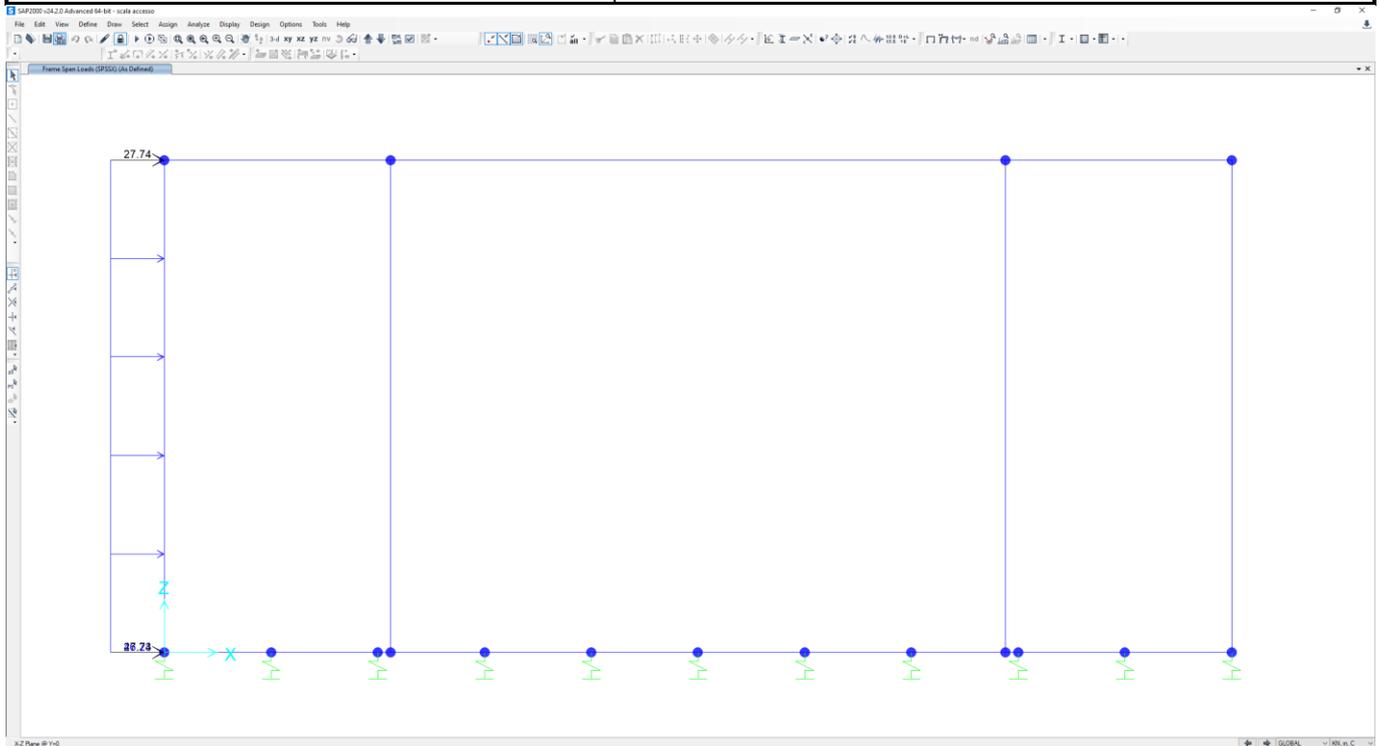
### 9.6.3 Spinta sismica del terreno (SPSSX)

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

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

Spinta sul singolo piedritto	$Q_w$	46.23 kN/m <sup>2</sup>
Forza su nodo superiore	$Q_{w,sup}$	27.74 kN/m
Forza su nodo inferiore	$Q_{w,inf}$	27.74 kN/m

Dove  $Q_w$  è dato da  $a_{max} \cdot$  (permanente soletta superiore+20% accidentale su soletta superiore+peso specifico rinterro\*altezza totale),  $Q_{w,sup}$  è pari a ( $Q_w \cdot$  metà spessore soletta superiore) e ),  $Q_{w,inf}$  si calcola come ( $Q_w \cdot$  metà spessore soletta inferiore)



**Figura 9-9: carico SPSSX**

## 9.7 AZIONE TERMICA

Alla struttura è stata applicata una variazione termica uniforme  $\Delta T = \pm 10^{\circ}\text{C}$ , come indicato dalla normativa vigente.

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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	31 di 83

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):  

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  

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

Immagine sostituita

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

Immagine aggiunta

Di seguito si riportano i carichi elementari.

DEAD	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMANENTI
SPTSX/SPTDX	SPINTA DELLE TERRE SU PIEDRITTI
ACC	CARICHI VARIABILI
LM71	CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO
SPACCSX	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI
SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
TEMP+	TEMPERATURA +
TEMP-	TEMPERATURA -



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	33 di 83

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.

	SLU01	SLU02	SLU03	SLU04	SLU05	SLU06	SLU07	SLU08	SLU09
DEAD	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35
PERM	1.50	1.50	1.00	1.50	1.00	1.50	1.00	1.50	1.50
SPTSX	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00
SPTDX	1.35	1.00	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	1.00
ACC	1.45	1.45	0.00	1.45	0.00	1.45	0.00	1.45	1.45
LM71	1.45	1.45	1.16	1.45	1.16	1.45	1.16	0.00	0.00
SPACCSX	1.35	0.00	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35
TEMP+	0.90	0.00	0.9	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90
TEMP-	0.00	0.90	0.00	0.00	0.9	0.90	0.00	0.90	0.00
Sisma H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SPSSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	SIS01	SIS02	SIS03	SIS04	SIS05	SIS06	SIS07	SIS08
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PERM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SPTSX	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SPTDX	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ACC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LM71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SPACCSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEMP+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEMP-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma H	1.00	1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30
Sisma V	0.30	-0.30	0.30	-0.30	1.00	-1.00	1.00	-1.00
SPSSX	1.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	34 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

## 10.1 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

In questo paragrafo si riportano gli involuপি delle sollecitazioni.

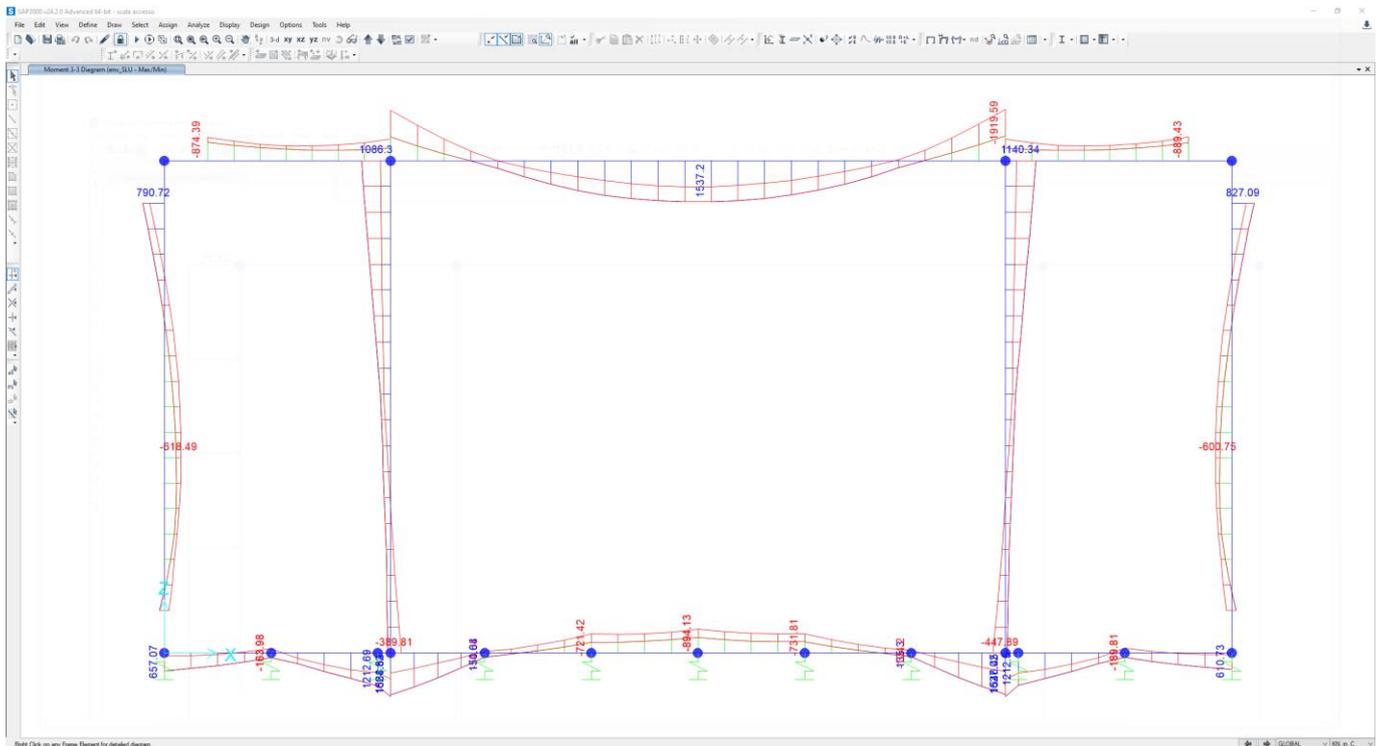


Figura 10-1: involuপি momento SLU

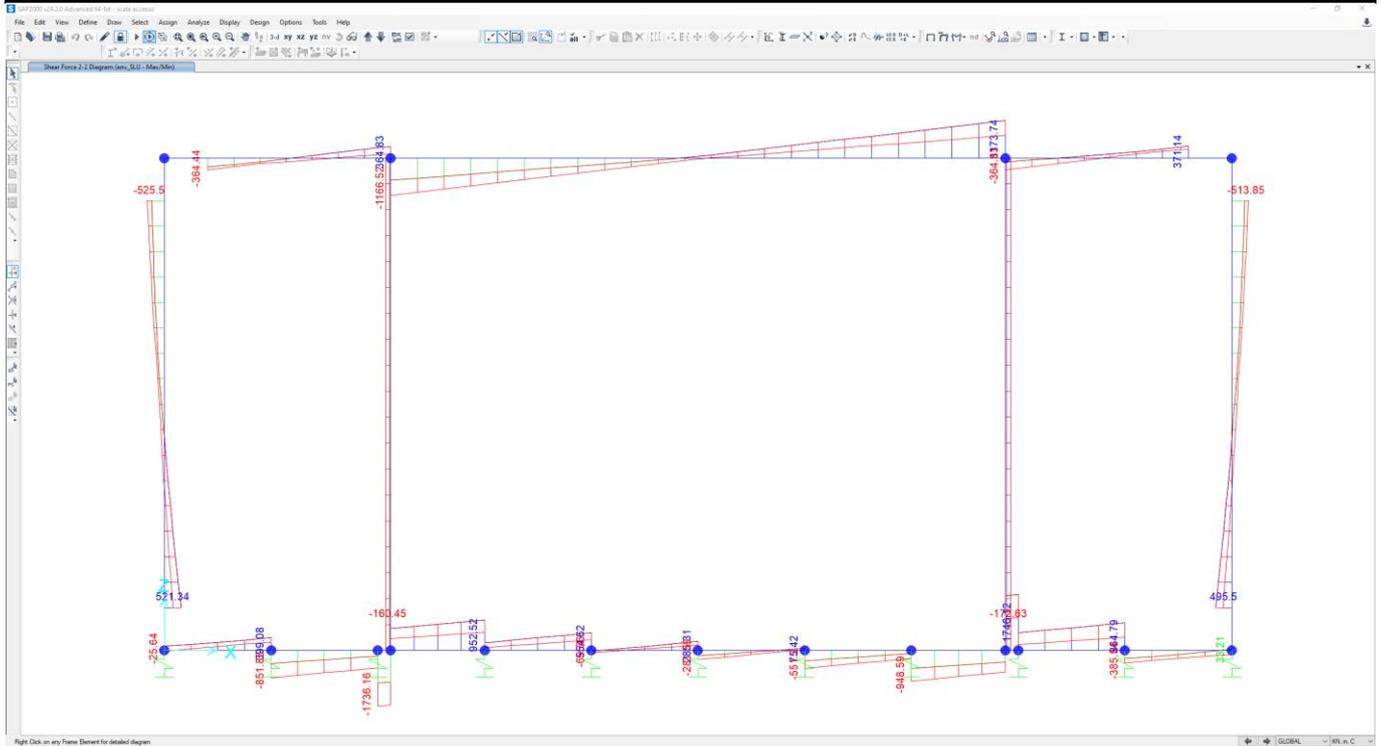
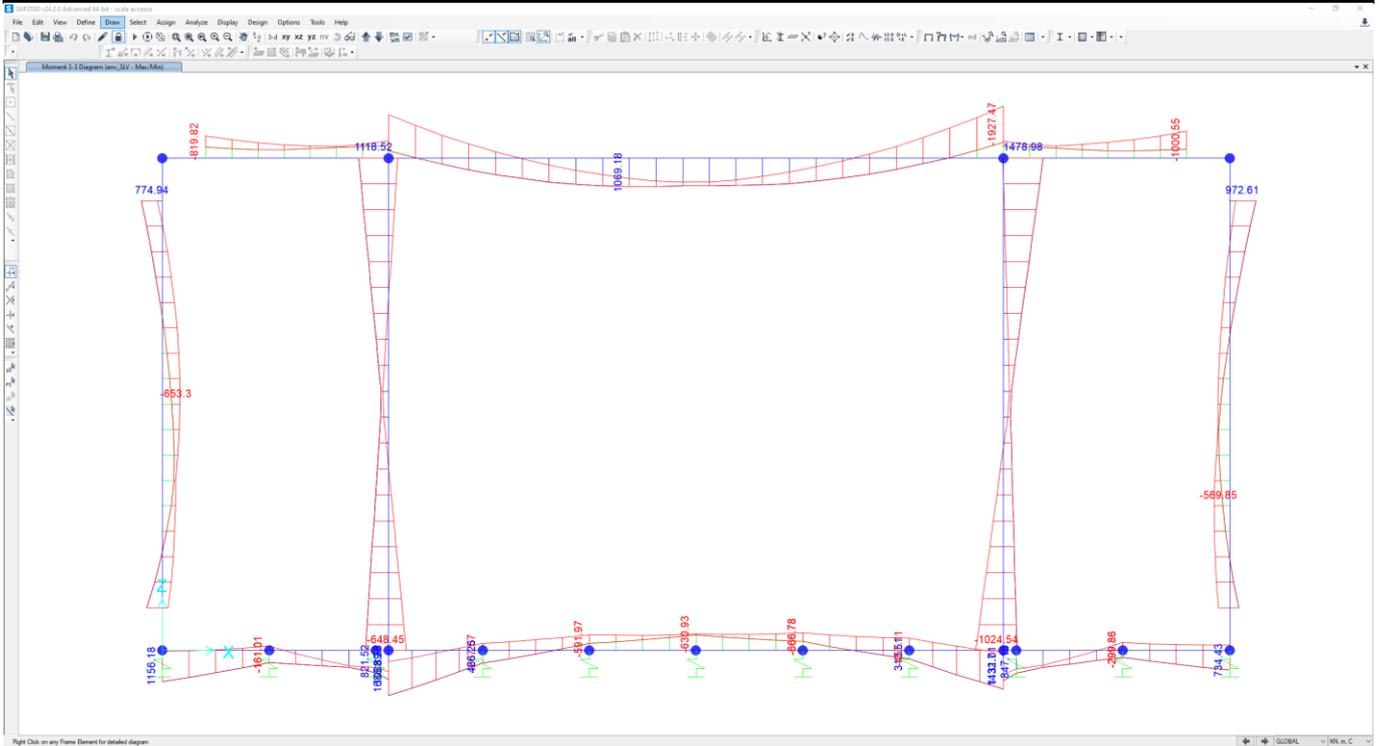


Figura 10-2: involucro taglio SLU

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	36 di 83

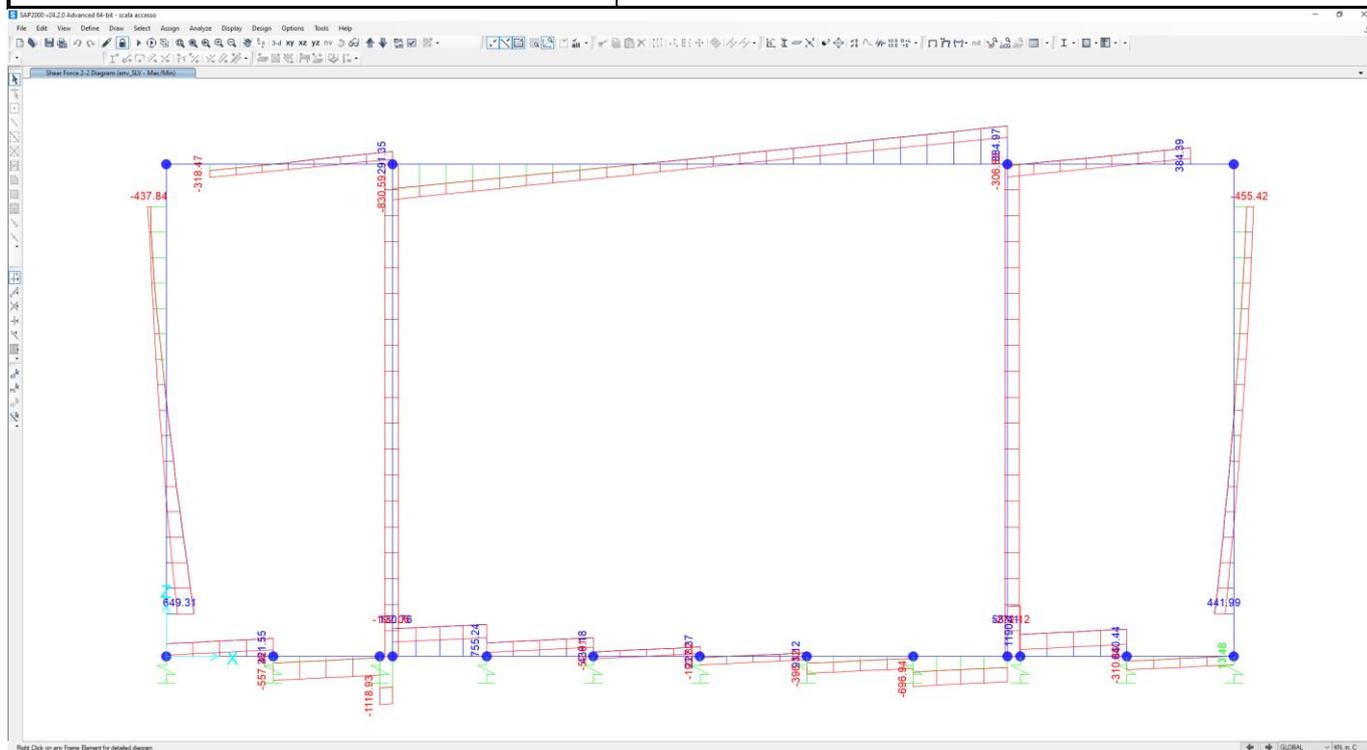


**Figura 10-3: involuppo momento SIS**

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	37 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO



**Figura 10-4: involuppo taglio SIS**

## 11 VERIFICHE

### 11.1 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE

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
M3	max	SLV	-21.27	0.00	<b>1069.18</b>	9	8.66	SIS1
M3	min		884.97	0.00	<b>-1927.47</b>	9	15.60	SIS1
V2	max		884.97	<b>884.97</b>	-1927.47	9	15.60	SIS1
V2	min		-830.59	<b>-830.59</b>	-1610.42	9	4.20	SIS3
P	max		<b>-382.64</b>	0.00	-331.25	9	19.00	SIS4
P	min		<b>-711.36</b>	0.00	-1927.47	9	15.60	SIS1

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	19.98	0.00	<b>1537.20</b>	9	10.15	SLU6
M3	min		1173.74	0.00	<b>-1919.59</b>	9	15.60	SLU4
V2	max		1173.74	<b>1173.74</b>	-1919.59	9	15.60	SLU4
V2	min		-1166.52	<b>-1166.52</b>	-1872.51	9	4.20	SLU6
P	max		<b>-452.21</b>	0.00	-698.65	9	0.80	SLU7
P	min		<b>-728.64</b>	0.00	-1662.74	9	4.20	SLU1

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-28.85	0.00	<b>1060.63</b>	9	9.65	RARA1
M3	min		791.88	0.00	<b>-1208.58</b>	9	15.60	RARA1
V2	max		791.88	<b>791.88</b>	-1208.58	9	15.60	RARA1
V2	min		-781.18	<b>-781.18</b>	-1147.57	9	4.20	RARA1
P	max		<b>-436.60</b>	0.00	-540.24	9	15.60	RARA1
P	min		<b>-527.42</b>	0.00	-1147.57	9	4.20	RARA1



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IADR 00 D 29 CL GA 00 00 002 A 39 di 83

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE	-29.56	0.00	<b>1036.80</b>	9	9.65	FREQ1
M3	min	FRE	776.30	0.00	<b>-1183.92</b>	9	15.60	FREQ1
V2	max		776.30	<b>776.30</b>	-1183.92	9	15.60	FREQ1
V2	min		-768.27	<b>-768.27</b>	-1138.16	9	4.20	FREQ1
P	max		<b>-429.04</b>	0.00	-553.91	9	15.60	FREQ1
P	min		<b>-511.81</b>	0.00	-1138.16	9	4.20	FREQ1

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE	-31.72	0.00	<b>974.77</b>	9	9.65	QPERM1
M3	min	QPE	-729.53	0.00	<b>-1100.47</b>	9	4.20	QPERM1
V2	max		729.53	<b>729.53</b>	-1100.47	9	15.60	QPERM1
V2	min		-729.53	<b>-729.53</b>	-1100.47	9	4.20	QPERM1
P	max		<b>-416.99</b>	0.00	-579.35	9	0.80	QPERM1
P	min		<b>-485.04</b>	0.00	-1100.47	9	4.20	QPERM1

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

As,superiore= 15 ø26

As,inferiore= 15 ø26

Staffe/spille: ø16/10 cm a 2 braccia

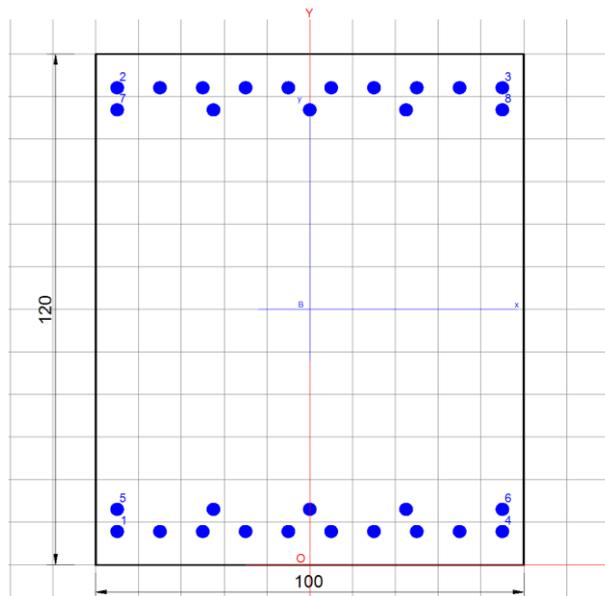
La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	40 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

## Verifica a flessione



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

**NOME SEZIONE:** soletta sup

Descrizione Sezione:	soletta sup sp 1.20m
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. 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 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
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	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	



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	41 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	112.1	26
3	45.0	112.1	26
4	45.0	7.9	26
5	-45.0	13.1	26
6	45.0	13.1	26
7	-45.0	106.9	26
8	45.0	106.9	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	3	26
4	7	8	3	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 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	0.00	1537.20	0.00	0.00	0.00



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	42 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

2	0.00	-1919.59	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-1919.59	0.00	0.00	0.00
4	0.00	-1872.51	0.00	0.00	0.00
5	0.00	-698.65	0.00	0.00	0.00
6	0.00	-1662.74	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	0.00	1060.63	0.00
2	0.00	-1208.58	0.00
3	0.00	-1208.58	0.00
4	0.00	-1147.57	0.00
5	0.00	-540.24	0.00
6	0.00	-1147.57	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1537.20	0.00	0.00	3250.82	0.00	2.11	79.6(20.1)
2	S	0.00	-1919.59	0.00	0.00	-3250.82	0.00	1.69	79.6(20.1)
3	S	0.00	-1919.59	0.00	0.00	-3250.82	0.00	1.69	79.6(20.1)
4	S	0.00	-1872.51	0.00	0.00	-3250.82	0.00	1.74	79.6(20.1)
5	S	0.00	-698.65	0.00	0.00	-3250.82	0.00	4.65	79.6(20.1)
6	S	0.00	-1662.74	0.00	0.00	-3250.82	0.00	1.96	79.6(20.1)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
 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.)



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	43 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9
2	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1
3	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1
4	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1
5	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1
6	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1

**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	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700
2	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700
3	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700
4	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700
5	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700
6	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700

**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	4.10	-50.0	120.0	-136.8	-45.0	7.9	2400	79.6
2	S	4.67	-50.0	0.0	-155.9	35.0	112.1	2400	79.6
3	S	4.67	-50.0	0.0	-155.9	35.0	112.1	2400	79.6
4	S	4.43	-50.0	0.0	-148.0	35.0	112.1	2400	79.6
5	S	2.09	-50.0	0.0	-69.7	35.0	112.1	2400	79.6
6	S	4.43	-50.0	0.0	-148.0	35.0	112.1	2400	79.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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]



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**IADR** 00 D 29 CL GA 00 00 002 A 44 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

- 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 =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(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]  
 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	-0.00075	0.00000	0.500	26.0	37	0.00041 (0.00041)	259	0.106 (0.20)	1057.89	0.00
2	S	-0.00086	0.00000	0.500	26.0	66	0.00047 (0.00047)	358	0.167 (0.20)	-1057.89	0.00
3	S	-0.00086	0.00000	0.500	26.0	66	0.00047 (0.00047)	358	0.167 (0.20)	-1057.89	0.00
4	S	-0.00082	0.00000	0.500	26.0	66	0.00044 (0.00044)	358	0.159 (0.20)	-1057.89	0.00
5	S	-0.00038	0.00000	0.500	26.0	66	0.00021 (0.00021)	358	0.075 (0.20)	-1057.89	0.00
6	S	-0.00082	0.00000	0.500	26.0	66	0.00044 (0.00044)	358	0.159 (0.20)	-1057.89	0.00

**Verifica a taglio**

Si procede alla verifica a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	45 di 83

## 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:

$V_{Ed}$	<b>1200</b> kN
$N_{Ed}$	<b>0</b> kN

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	<b>40</b> 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

$h$	<b>1200</b> mm
-----	----------------

Copriferro

$c$	<b>7.9</b> mm
-----	---------------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	<b>1000</b> mm
-------	----------------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	1192.1 mm
-----	-----------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1200000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

n **15**

$\varnothing$	<b>26</b> mm
---------------	--------------

$A_{sl}$	7959.9 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0067 ≤ 0.02	<b>ok</b>
----------	---------------	-----------

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	0.0000 ≤ 0.2 $f_{cd}$	<b>ok</b>
---------------	-----------------------	-----------

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$	1.41 ≤ 2	<b>ok</b>
-----	----------	-----------

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$	0.25
------------	------

$V_{Rd}$	566.46 kN
----------	-----------

**Verifica:**

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

**NON VERIFICATA**

La sezione necessita di armatura a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	46 di 83

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 N/mm<sup>2</sup></b>
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> 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	<b>16 mm</b>
numero bracci staffe		n	<b>2</b>
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	402.12 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	1688.20 kN
		$V_{Rcd}$	5046.16 kN
		$V_{Rd}$	1688.20 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

La sezione risulta verificata predisponendo  $\emptyset 16/10$  cm a 2 braccia.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	47 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

## 11.2 VERIFICA PIEDRITTI

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
M3	max	SLV	-455.42	0.00	<b>972.61</b>	2	8.40	SIS1
M3	min		25.11	0.00	<b>-653.30</b>	4	4.60	SIS2
V2	max		649.31	<b>649.31</b>	576.31	4	0.80	SIS2
V2	min		-455.42	<b>-455.42</b>	972.61	2	8.40	SIS1
P	max		<b>-318.15</b>	0.00	219.16	2	8.40	SIS4
P	min		<b>-877.57</b>	0.00	-408.66	2	0.80	SIS1

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	-431.51	0.00	<b>827.09</b>	2	8.40	SLU4
M3	min		22.84	0.00	<b>-618.49</b>	4	3.65	SLU3
V2	max		521.34	<b>521.34</b>	178.32	4	0.80	SLU5
V2	min		-525.50	<b>-525.50</b>	787.49	4	8.40	SLU1
P	max		<b>-455.51</b>	0.00	541.47	2	8.40	SLU7
P	min		<b>-1071.49</b>	0.00	-52.04	2	0.80	SLU1

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-375.07	0.00	<b>581.80</b>	2	8.40	RARA1
M3	min		-0.96	0.00	<b>-456.37</b>	4	3.65	RARA1
V2	max		351.34	<b>351.34</b>	21.08	4	0.80	RARA1
V2	min		-383.70	<b>-383.70</b>	558.32	4	8.40	RARA1
P	max		<b>-460.45</b>	0.00	558.32	4	8.40	RARA1
P	min		<b>-769.32</b>	0.00	-21.26	2	0.80	RARA1

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	-367.51	0.00	<b>552.01</b>	2	8.40	FREQ1
M3	min		3.36	0.00	<b>-446.97</b>	4	3.65	FREQ1
V2	max		352.41	<b>352.41</b>	38.15	4	0.80	FREQ1
V2	min		-373.98	<b>-373.98</b>	534.40	4	8.40	FREQ1
P	max		<b>-443.16</b>	0.00	534.40	4	8.40	FREQ1
P	min		<b>-750.79</b>	0.00	6.40	2	0.80	FREQ1

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	48 di 83

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	<b>SLE</b>	-355.46	0.00	<b>502.81</b>	2	8.40	QPERM1
<b>M3</b>	<b>min</b>	<b>QPE</b>	5.67	0.00	<b>-429.08</b>	2	3.65	QPERM1
<b>V2</b>	<b>max</b>		345.00	<b>345.00</b>	48.77	2	0.80	QPERM1
<b>V2</b>	<b>min</b>		-355.46	<b>-355.46</b>	502.81	2	8.40	QPERM1
<b>P</b>	<b>max</b>		<b>-414.20</b>	0.00	502.81	2	8.40	QPERM1
<b>P</b>	<b>min</b>		<b>-718.11</b>	0.00	48.77	2	0.80	QPERM1

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

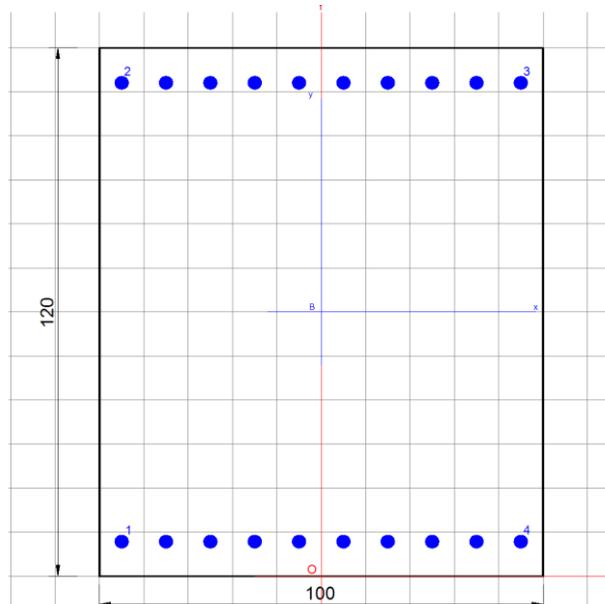
As,superiore= 10  $\varnothing$ 26

As,inferiore= 10  $\varnothing$ 26

Staffe/spille:  $\varnothing$ 16/10 cm a 2 braccia

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

### Verifica a flessione



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

NOME SEZIONE: piedritti

Descrizione Sezione:	piedritti sp 1.20m
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	49 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

Riferimento alla sismicità: 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
	Coef. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.3 MPa	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	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
	Coef. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coef. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	112.1	26
3	45.0	112.1	26
4	45.0	7.9	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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	50 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

1	1	4	8	26
2	2	3	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 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	0.00	972.61	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-653.30	0.00	0.00	0.00
3	0.00	576.31	0.00	0.00	0.00
4	0.00	972.61	0.00	0.00	0.00
5	0.00	219.16	0.00	0.00	0.00
6	0.00	-408.66	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	0.00	581.80	0.00
2	0.00	-456.37	0.00
3	0.00	21.08	0.00
4	0.00	558.32	0.00
5	0.00	558.32	0.00
6	0.00	-21.26	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	51 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	972.61	0.00	0.00	2221.94	0.00	2.28	53.1(20.1)
2	S	0.00	-653.30	0.00	0.00	-2221.94	0.00	3.40	53.1(20.1)
3	S	0.00	576.31	0.00	0.00	2221.94	0.00	3.86	53.1(20.1)
4	S	0.00	972.61	0.00	0.00	2221.94	0.00	2.28	53.1(20.1)
5	S	0.00	219.16	0.00	0.00	2221.94	0.00	10.14	53.1(20.1)
6	S	0.00	-408.66	0.00	0.00	-2221.94	0.00	5.44	53.1(20.1)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
2	0.00350	0.085	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	7.9	-0.03775	-45.0	112.1
3	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
4	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
5	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
6	0.00350	0.085	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	7.9	-0.03775	-45.0	112.1

**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	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
2	0.000000000	-0.000367995	0.003500000	0.085	0.700
3	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
4	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
5	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
6	0.000000000	-0.000367995	0.003500000	0.085	0.700

**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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	52 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.68	-50.0	120.0	-106.9	35.0	7.9	1950	53.1
2	S	2.10	50.0	0.0	-83.8	35.0	112.1	2000	53.1
3	S	0.10	-50.0	120.0	-3.9	-5.0	7.9	1995	53.1
4	S	2.57	-50.0	120.0	-102.6	-5.0	7.9	1950	53.1
5	S	2.57	-50.0	120.0	-102.6	-5.0	7.9	1950	53.1
6	S	0.10	-50.0	0.0	-3.9	35.0	112.1	2000	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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 $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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]
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	-0.00059	0.00000	0.500	26.0	66	0.00032 (0.00032)	387	0.124 (0.20)	967.38	0.00
2	S	-0.00046	0.00000	0.500	26.0	66	0.00025 (0.00025)	391	0.098 (0.20)	-967.38	0.00
3	S	-0.00002	0.00000	0.500	26.0	66	0.00001 (0.00001)	390	0.005 (0.20)	967.38	0.00
4	S	-0.00056	0.00000	0.500	26.0	66	0.00031 (0.00031)	387	0.119 (0.20)	967.38	0.00
5	S	-0.00056	0.00000	0.500	26.0	66	0.00031 (0.00031)	387	0.119 (0.20)	967.38	0.00
6	S	-0.00002	0.00000	0.500	26.0	66	0.00001 (0.00001)	391	0.005 (0.20)	-967.38	0.00

**Verifica a taglio**

Si procede alla verifica a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	53 di 83

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:

$V_{Ed}$	1800 kN
$N_{Ed}$	0 kN

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$	1.5
------------	-----

Altezza sezione

$h$	1200 mm
-----	---------

Copriferro

$c$	80 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	1120 mm
-----	---------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1200000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

n **15**

$\emptyset$	26 mm
-------------	-------

$A_{sl}$	7959.9 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0071 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	0.0000 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$	1.42 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$	0.26
------------	------

$V_{Rd}$	548.38 kN
----------	-----------

**Verifica:**

$V_{Rd} > V_{Ed}$

**NON VERIFICATA**

La sezione necessita di armatura a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	54 di 83

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 N/mm<sup>2</sup></b>
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> 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	<b>16 mm</b>
numero bracci staffe		n	<b>2</b>
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	402.12 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	1586.10 kN
		$V_{Rcd}$	4740.96 kN
		$V_{Rd}$	1586.10 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

La sezione risulta verificata predisponendo  $\emptyset 16/10$  cm a 2 braccia.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	55 di 83

### 11.3 VERIFICA SOLETTA INFERIORE

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
M3	max	SLV	647.80	0.00	<b>1686.89</b>	12	4.20	SIS1
M3	min		89.08	0.00	<b>-666.78</b>	12	11.88	SIS1
V2	max		1190.10	<b>1190.10</b>	847.16	12	15.84	SIS1
V2	min		-1118.93	<b>-1118.93</b>	821.52	12	3.96	SIS3
P	max		<b>-202.97</b>	0.00	922.89	12	15.60	SIS3
P	min		<b>-1313.83</b>	0.00	1097.41	12	15.60	SIS2

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	1708.17	0.00	<b>1627.02</b>	12	15.60	SLU4
M3	min		266.22	0.00	<b>-894.13</b>	12	9.90	SLU1
V2	max		1746.12	<b>1746.12</b>	1212.50	12	15.84	SLU4
V2	min		-1736.16	<b>-1736.16</b>	1212.69	12	3.96	SLU6
P	max		<b>-314.22</b>	0.00	1235.01	12	4.20	SLU6
P	min		<b>-896.48</b>	0.00	1058.48	12	15.60	SLU5

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	1132.67	0.00	<b>1097.24</b>	12	15.60	RARA1
M3	min		186.89	0.00	<b>-628.82</b>	12	9.90	RARA1
V2	max		1159.33	<b>1159.33</b>	822.20	12	15.84	RARA1
V2	min		-1139.71	<b>-1139.71</b>	813.48	12	3.96	RARA1
P	max		<b>-478.42</b>	0.00	987.84	12	4.20	RARA1
P	min		<b>-569.24</b>	0.00	1097.24	12	15.60	RARA1

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	1072.13	0.00	<b>1060.81</b>	12	15.60	FREQ1
M3	min		161.02	0.00	<b>-625.36</b>	12	9.90	FREQ1
V2	max		1092.87	<b>1092.87</b>	801.01	12	15.84	FREQ1
V2	min		-1078.15	<b>-1078.15</b>	794.47	12	3.96	FREQ1
P	max		<b>-482.19</b>	0.00	972.65	12	4.20	FREQ1
P	min		<b>-564.97</b>	0.00	1060.81	12	15.60	FREQ1

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	56 di 83

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	<b>SLE</b>	-976.84	0.00	<b>986.75</b>	12	4.20	QPERM1
<b>M3</b>	<b>min</b>	<b>QPE</b>	131.18	0.00	<b>-604.07</b>	12	9.90	QPERM1
<b>V2</b>	<b>max</b>		991.66	<b>991.66</b>	750.53	12	15.84	QPERM1
<b>V2</b>	<b>min</b>		-991.66	<b>-991.66</b>	750.53	12	3.96	QPERM1
<b>P</b>	<b>max</b>		<b>-473.48</b>	0.00	913.91	12	4.20	QPERM1
<b>P</b>	<b>min</b>		<b>-541.53</b>	0.00	369.00	12	0.00	QPERM1

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

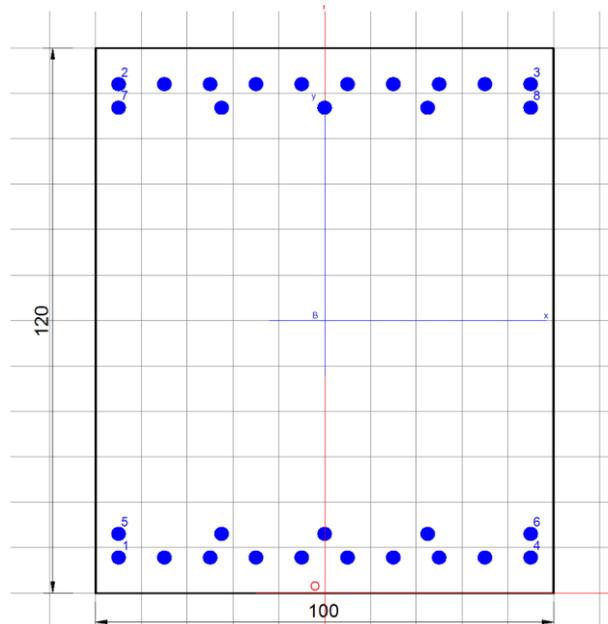
As,superiore= 15  $\varnothing$ 26

As,inferiore= 15  $\varnothing$ 26

Staffe/spille:  $\varnothing$ 16/10 cm a 3 braccia

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

### Verifica a flessione



### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: soletta inf

Descrizione Sezione:	soletta inferiore sp 1.20m
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	57 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa  
 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  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 1.00  
 Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	112.1	26
3	45.0	112.1	26
4	45.0	7.9	26
5	-45.0	13.1	26
6	45.0	13.1	26
7	-45.0	106.9	26
8	45.0	106.9	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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	58 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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	3	26
4	7	8	3	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 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	0.00	1686.89	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-666.78	0.00	0.00	0.00
3	0.00	847.16	0.00	0.00	0.00
4	0.00	821.52	0.00	0.00	0.00
5	0.00	922.89	0.00	0.00	0.00
6	0.00	1097.41	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	0.00	1097.24	0.00
2	0.00	-628.82	0.00
3	0.00	822.20	0.00
4	0.00	813.48	0.00
5	0.00	987.84	0.00
6	0.00	1097.24	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 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)



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

**SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO**

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	59 di 83

**RELAZIONE DI CALCOLO**

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 Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1686.89	0.00	0.00	3250.82	0.00	1.93	79.6(20.1)
2	S	0.00	-666.78	0.00	0.00	-3250.82	0.00	4.88	79.6(20.1)
3	S	0.00	847.16	0.00	0.00	3250.82	0.00	3.84	79.6(20.1)
4	S	0.00	821.52	0.00	0.00	3250.82	0.00	3.96	79.6(20.1)
5	S	0.00	922.89	0.00	0.00	3250.82	0.00	3.52	79.6(20.1)
6	S	0.00	1097.41	0.00	0.00	3250.82	0.00	2.96	79.6(20.1)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9
2	0.00350	0.110	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	7.9	-0.02822	-45.0	112.1
3	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9
4	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9
5	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9
6	0.00350	0.110	-50.0	120.0	0.00126	-45.0	112.1	-0.02822	-45.0	7.9

**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	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700
2	0.000000000	-0.000282919	0.003500000	0.110	0.700
3	0.000000000	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700
4	0.000000000	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700
5	0.000000000	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700
6	0.000000000	0.000282919	-0.030450260	0.110	0.700

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	60 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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	4.24	-50.0	120.0	-141.5	5.0	7.9	2400	79.6
2	S	2.43	-50.0	0.0	-81.1	35.0	112.1	2400	79.6
3	S	3.17	-50.0	120.0	-106.0	-5.0	7.9	2400	79.6
4	S	3.14	-50.0	120.0	-104.9	-35.0	7.9	2400	79.6
5	S	3.81	-50.0	120.0	-127.4	-15.0	7.9	2400	79.6
6	S	4.24	-50.0	120.0	-141.5	5.0	7.9	2400	79.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
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 = 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]
sr max	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]
Mx fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
My fess.	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	-0.00078	0.00000	0.500	26.0	66	0.00042 (0.00042)	358	0.152 (0.20)	1057.89	0.00
2	S	-0.00045	0.00000	0.500	26.0	66	0.00024 (0.00024)	358	0.087 (0.20)	-1057.89	0.00
3	S	-0.00058	0.00000	0.500	26.0	66	0.00032 (0.00032)	358	0.114 (0.20)	1057.89	0.00
4	S	-0.00058	0.00000	0.500	26.0	66	0.00031 (0.00031)	358	0.113 (0.20)	1057.89	0.00
5	S	-0.00070	0.00000	0.500	26.0	66	0.00038 (0.00038)	358	0.137 (0.20)	1057.89	0.00
6	S	-0.00078	0.00000	0.500	26.0	66	0.00042 (0.00042)	358	0.152 (0.20)	1057.89	0.00

**Verifica a taglio**

Si procede alla verifica a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	61 di 83

### 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:

$V_{Ed}$	<b>1800</b> kN
$N_{Ed}$	<b>0</b> kN

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	<b>40</b> N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$	1.5
------------	-----

Altezza sezione

$h$	<b>1200</b> mm
-----	----------------

Copriferro

$c$	<b>80</b> mm
-----	--------------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	<b>1000</b> mm
-------	----------------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	1120 mm
-----	---------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1200000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

$n$  **15**

$\emptyset$	<b>26</b> mm
-------------	--------------

$A_{sl}$	7959.9 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0071 ≤ 0.02	<b>ok</b>
----------	---------------	-----------

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	0.0000 ≤ 0.2 $f_{cd}$	<b>ok</b>
---------------	-----------------------	-----------

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$	1.42 ≤ 2	<b>ok</b>
-----	----------	-----------

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$	0.26
------------	------

$V_{Rd}$	548.38 kN
----------	-----------

**Verifica:**

$V_{Rd} > V_{Ed}$

**NON VERIFICATA**

La sezione necessita di armatura a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	62 di 83

**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 N/mm<sup>2</sup></b>
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> 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	<b>16 mm</b>
numero bracci staffe		n	<b>3</b>
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	603.19 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	2379.15 kN
		$V_{Rcd}$	4740.96 kN
		$V_{Rd}$	2379.15 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

La sezione risulta verificata predisponendo  $\emptyset 16/10$  cm a 3 braccia.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	63 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

#### 11.4 VERIFICA SETTI INTERNI

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
M3	max	SLV	-272.12	0.00	<b>1478.98</b>	6	9.20	SIS1
M3	min		-272.12	0.00	<b>-1024.54</b>	6	0.00	SIS1
V2	max		130.76	<b>130.76</b>	863.97	5	0.00	SIS2
V2	min		-272.12	<b>-272.12</b>	-1024.54	6	0.00	SIS1
P	max		<b>-951.79</b>	0.00	251.84	5	9.20	SIS6
P	min		<b>-1485.12</b>	0.00	92.49	6	0.00	SIS7

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	-172.63	0.00	<b>1140.34</b>	6	9.20	SLU4
M3	min		-172.63	0.00	<b>-447.89</b>	6	0.00	SLU4
V2	max		-30.00	<b>-30.00</b>	109.66	5	0.00	SLU5
V2	min		-172.63	<b>-172.63</b>	-447.89	6	0.00	SLU4
P	max		<b>-958.43</b>	0.00	568.03	5	9.20	SLU3
P	min		<b>-2173.14</b>	0.00	-203.61	5	0.00	SLU2

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-90.82	0.00	<b>668.34</b>	6	9.20	RARA1
M3	min		-90.82	0.00	<b>-167.22</b>	6	0.00	RARA1
V2	max		-75.82	<b>-75.82</b>	-95.97	5	0.00	RARA1
V2	min		-90.82	<b>-90.82</b>	-167.22	6	0.00	RARA1
P	max		<b>-1108.67</b>	0.00	601.59	5	9.20	RARA1
P	min		<b>-1482.30</b>	0.00	-167.22	6	0.00	RARA1

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	-82.78	0.00	<b>630.01</b>	6	9.20	FREQ1
M3	min		-82.78	0.00	<b>-131.53</b>	6	0.00	FREQ1
V2	max		-71.53	<b>-71.53</b>	-78.09	5	0.00	FREQ1
V2	min		-82.78	<b>-82.78</b>	-131.53	6	0.00	FREQ1
P	max		<b>-1098.06</b>	0.00	579.95	5	9.20	FREQ1
P	min		<b>-1470.25</b>	0.00	-131.53	6	0.00	FREQ1

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	64 di 83

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	<b>SLE</b>	-68.05	0.00	<b>553.22</b>	5	9.20	QPERM1
<b>M3</b>	<b>min</b>	<b>QPE</b>	-68.05	0.00	<b>-72.84</b>	5	0.00	QPERM1
<b>V2</b>	<b>max</b>		-68.05	<b>-68.05</b>	-72.84	5	0.00	QPERM1
<b>V2</b>	<b>min</b>		-68.05	<b>-68.05</b>	-72.84	5	0.00	QPERM1
<b>P</b>	<b>max</b>		<b>-1043.27</b>	0.00	553.22	5	9.20	QPERM1
<b>P</b>	<b>min</b>		<b>-1411.16</b>	0.00	-72.84	5	0.00	QPERM1

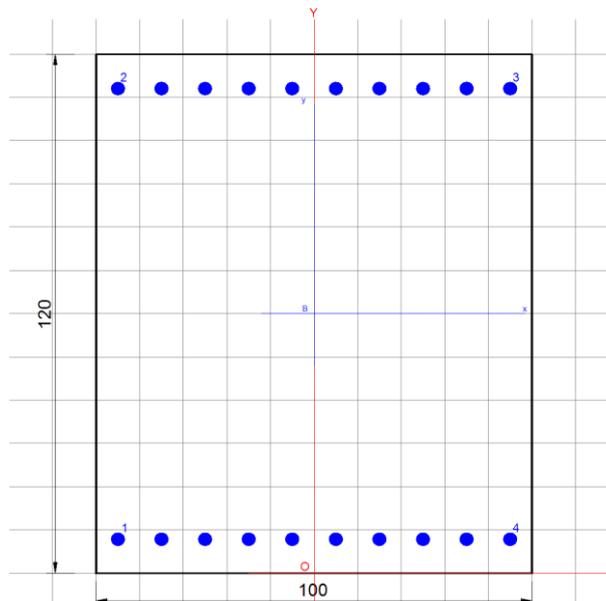
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

As,superiore= 10 ø26

As,inferiore= 10 ø26

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

### Verifica a flessione



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

**NOME SEZIONE:** setti interni

Descrizione Sezione:	setti interni sp 1.20m
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	65 di 83

**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	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	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 $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	112.1	26
3	45.0	112.1	26
4	45.0	7.9	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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	66 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

2                      2                      3                      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 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	0.00	1478.98	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1024.54	0.00	0.00	0.00
3	0.00	863.97	0.00	0.00	0.00
4	0.00	-1024.54	0.00	0.00	0.00
5	0.00	251.84	0.00	0.00	0.00
6	0.00	92.49	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	0.00	668.34	0.00
2	0.00	-167.22	0.00
3	0.00	-95.97	0.00
4	0.00	-167.22	0.00
5	0.00	601.59	0.00
6	0.00	-167.22	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	67 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1478.98	0.00	0.00	2221.94	0.00	1.50	53.1(20.1)
2	S	0.00	-1024.54	0.00	0.00	-2221.94	0.00	2.17	53.1(20.1)
3	S	0.00	863.97	0.00	0.00	2221.94	0.00	2.57	53.1(20.1)
4	S	0.00	-1024.54	0.00	0.00	-2221.94	0.00	2.17	53.1(20.1)
5	S	0.00	251.84	0.00	0.00	2221.94	0.00	8.82	53.1(20.1)
6	S	0.00	92.49	0.00	0.00	2221.94	0.00	24.02	53.1(20.1)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
2	0.00350	0.085	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	7.9	-0.03775	-45.0	112.1
3	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
4	0.00350	0.085	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	7.9	-0.03775	-45.0	112.1
5	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9
6	0.00350	0.085	-50.0	120.0	0.00059	-45.0	112.1	-0.03775	-45.0	7.9

**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	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
2	0.000000000	-0.000367995	0.003500000	0.085	0.700
3	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
4	0.000000000	-0.000367995	0.003500000	0.085	0.700
5	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700
6	0.000000000	0.000367995	-0.040659350	0.085	0.700

**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.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA REL CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IADR 00 D 29 CL GA 00 00 002 A 68 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

1	S	3.07	-50.0	120.0	-122.8	5.0	7.9	1950	53.1
2	S	0.77	-50.0	0.0	-30.7	35.0	112.1	2000	53.1
3	S	0.44	-50.0	0.0	-17.6	35.0	112.1	1950	53.1
4	S	0.77	-50.0	0.0	-30.7	35.0	112.1	2000	53.1
5	S	2.77	-50.0	120.0	-110.5	-25.0	7.9	1950	53.1
6	S	0.77	-50.0	0.0	-30.7	35.0	112.1	2000	53.1

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

- Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 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  $A_{c\ eff}$  [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e<sub>sm</sub> - e<sub>cm</sub> Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6  $S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr<sub>max</sub> 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  
 M<sub>x</sub> fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 M<sub>y</sub> fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr <sub>max</sub>	wk	M <sub>x</sub> fess	M <sub>y</sub> fess
1	S	-0.00067	0.00000	0.500	26.0	66	0.00037 (0.00037)	387	0.142 (0.20)	967.38	0.00
2	S	-0.00017	0.00000	0.500	26.0	66	0.00009 (0.00009)	391	0.036 (0.20)	-967.38	0.00
3	S	-0.00010	0.00000	0.500	26.0	66	0.00005 (0.00005)	387	0.020 (0.20)	-967.38	0.00
4	S	-0.00017	0.00000	0.500	26.0	66	0.00009 (0.00009)	391	0.036 (0.20)	-967.38	0.00
5	S	-0.00061	0.00000	0.500	26.0	66	0.00033 (0.00033)	387	0.128 (0.20)	967.38	0.00
6	S	-0.00017	0.00000	0.500	26.0	66	0.00009 (0.00009)	391	0.036 (0.20)	-967.38	0.00

**Verifica a taglio**

Si procede alla verifica a taglio.

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	69 di 83

## 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:

$V_{Ed}$	290 kN
$N_{Ed}$	0 kN

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	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

$h$	1200 mm
-----	---------

Copriferro

$c$	80 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	1120 mm
-----	---------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1200000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 10

$\emptyset$	26 mm
-------------	-------

$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0047 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	0.0000 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$	1.42 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$	0.26
------------	------

$V_{Rd}$	479.06 kN
----------	-----------

**Verifica:**

$V_{Rd} > V_{Ed}$

**VERIFICATA**

La sezione non necessita di armatura a taglio.



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	70 di 83

## 12 VERIFICA DELLA PARETE POZZETTO

Le pareti sono assimilate ad una sezione scatolare chiusa ottenuta da una sezione orizzontale della struttura. Tale schema ipotizzato a favore di sicurezza incernierato agli spigoli è soggetto essenzialmente alla spinta del terreno valutata alla quota più bassa. Le pareti del pozzetto sono verificate a favore di sicurezza assimilandole a quattro aste incernierate agli estremi ognuna di lunghezza 2.60 m. .

I carichi agenti sono rappresentati, da:

Peso proprio:  $G = 25 \cdot 0.30 = 7.5 \text{ kN/m}$

Spinta del terreno  $P_{inf} = 36,4 \text{ kN/m}$

Spinta del sovraccarico accidentale:  $Q = k_0 \cdot 10 = 4,55 \text{ kN/m}$

Con  $k_0 = 0,455$

Per quanto riguarda la spinta del terreno, questa di norma viene applicata come carico di forma trapezoidale in funzione della quota z da applicare alle pareti, che si calcola con la formula

$$P = k_0 \cdot \gamma \cdot z.$$

In condizioni di sicurezza si considera il valore massimo della spinta, che è quello che agisce in corrispondenza della sezione inferiore; si ottiene perciò:

$$P_{inf} = 0,455 \cdot 22 \cdot 4 = 40,4 \text{ kN/m}$$

Le sollecitazioni alla base che si ottengono per i diversi stati limite sono pari a:

$$\text{STR}) \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad (\varphi_d' = \varphi_k')$$

$$M_{SLU} = 1.5 (P_{inf} \cdot L^2 \cdot 1/8 + Q \cdot L^2 \cdot 1/8) = 57 \text{ kN/m}$$

$$T_{SLU} = 1.5 (P_{inf} \cdot L / 2 + Q \cdot L / 2) = 88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rara)} \quad G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

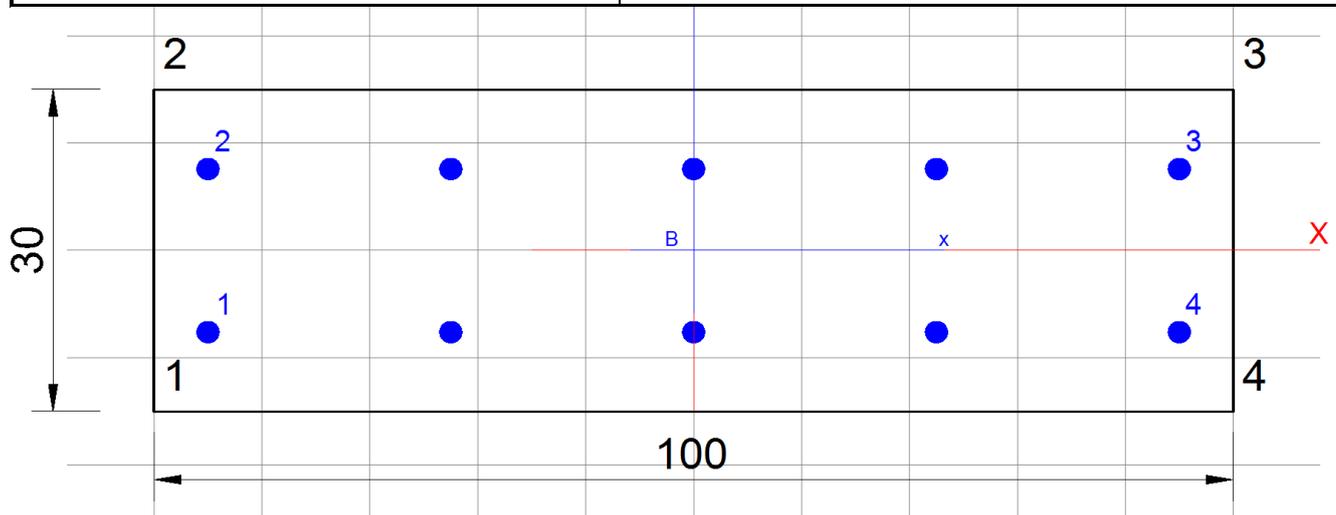
$$M_{SLE} = P_{inf} \cdot L^2 \cdot 1/8 + Q \cdot L^2 \cdot 1/8 = 38 \text{ kN/m}$$

La sezione viene armata con  $\varnothing 16/20 \text{ cm}$

### Verifica a flessione

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	71 di 83



**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: parete pozzetto**

Descrizione Sezione:	parete pozzetto s= 30cm
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. 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
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
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		200000 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
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO**



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	72 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-15.0
2	-50.0	15.0
3	50.0	15.0
4	50.0	-15.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	-7.6	16
2	-45.0	7.6	16
3	45.0	7.6	16
4	45.0	-7.6	16

**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	3	16
2	2	3	3	16

**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	0.00	57.00	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
---------	---	----	----





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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	74 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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	5.49	-50.0	15.0	-185.1	-45.0	-7.6	691	10.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
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	-0.00136	0.00000	0.500	16.0	42	0.00056 (0.00056)	330	0.183 (0.20)	50.10	0.00

**Verifica a taglio**

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	75 di 83

### 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:

$V_{Ed}$	<b>88 kN</b>
$N_{Ed}$	<b>0 kN</b>

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	<b>40 N/mm<sup>2</sup></b>
----------	----------------------------

$f_{ck}$	<b>33.2 N/mm<sup>2</sup></b>
----------	------------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$f_{cd}$	<b>18.81 N/mm<sup>2</sup></b>
----------	-------------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$	<b>1.5</b>
------------	------------

Altezza sezione

$h$	<b>300 mm</b>
-----	---------------

Copriferro

$c$	<b>74 mm</b>
-----	--------------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	<b>1000 mm</b>
-------	----------------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	<b>226 mm</b>
-----	---------------

Area Calcestruzzo

$A_c$	<b>300000 mm<sup>2</sup></b>
-------	------------------------------

Armatura longitudinale tesa

n **5**

$\varnothing$	<b>16 mm</b>
---------------	--------------

$A_{sl}$	<b>1004.8 mm<sup>2</sup></b>
----------	------------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	<b>0.0044 ≤ 0.02</b>	<b>ok</b>
----------	----------------------	-----------

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	<b>0.0000 ≤ 0.2 f<sub>cd</sub></b>	<b>ok</b>
---------------	------------------------------------	-----------

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$	<b>1.94 ≤ 2</b>	<b>ok</b>
-----	-----------------	-----------

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$	<b>0.31</b>
------------	-------------

$V_{Rd}$	<b>129.11 kN</b>
----------	------------------

**Verifica:**

$V_{Rd} > V_{Ed}$

**VERIFICATA**

La sezione non necessita di armatura a taglio.

### 13 VERIFICA DELLA SCALA INTERNA

Si procede alla verifica della scala interna di collegamento più rappresentativa. Essa è costituita da rampe e pianerottoli che si sviluppano su quattro livelli, entrambi di spessore 20 cm.

Verrà realizzata con solette in c.a appoggiate ai setti laterali: lo schema statico adottato sarà quella di trave doppiamente appoggiata.

#### 13.1 ANALISI DEI CARICHI RAMPA

La Tabella 1 e la Tabella 2 riportano i carichi agenti sulla rampa.

$\alpha$ (°)	0	inclinazione rampa sull'orizzontale
s (m)	0.2	spessore rampa
l (m)	3	lunghezza rampa
$\gamma_{cls}$ (kN/m <sup>3</sup> )	25	peso dell'unità di volume cls
b (m)	0.3	base gradino
h (m)	0.17	altezza gradino
A (m <sup>2</sup> )	0.026	area gradino
$h_{eq}$ (m)	0.074	altezza equivalente gradino

$g_1$ (kN/m)	5	permanenti strutturali
$s_{fin}$ (m)	0.07	spessore pavimentazione
$\gamma_{fin}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20	peso dell'unità di volume finitura
$g_2$ (kN/m)	3.25	permanenti portati (gradini + finitura)
q (kN/m <sup>2</sup> )	5	variabile (folla compatta)

**Tabella 1 – Azioni caratteristiche agenti sulla rampa.**

$\gamma_{G1}$	1.3	coefficiente parziale permanente strutturale
$\gamma_{G2}$	1.5	coefficiente parziale permanente portato
$\gamma_Q$	1.5	coefficiente parziale variabile
$\psi_1$	0.7	coefficiente di combinazione frequente
$\psi_2$	0.6	coefficiente di combinazione quasi permanente

$p_{SLU}$	18.87	carico distribuito SLU
-----------	-------	------------------------

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	77 di 83

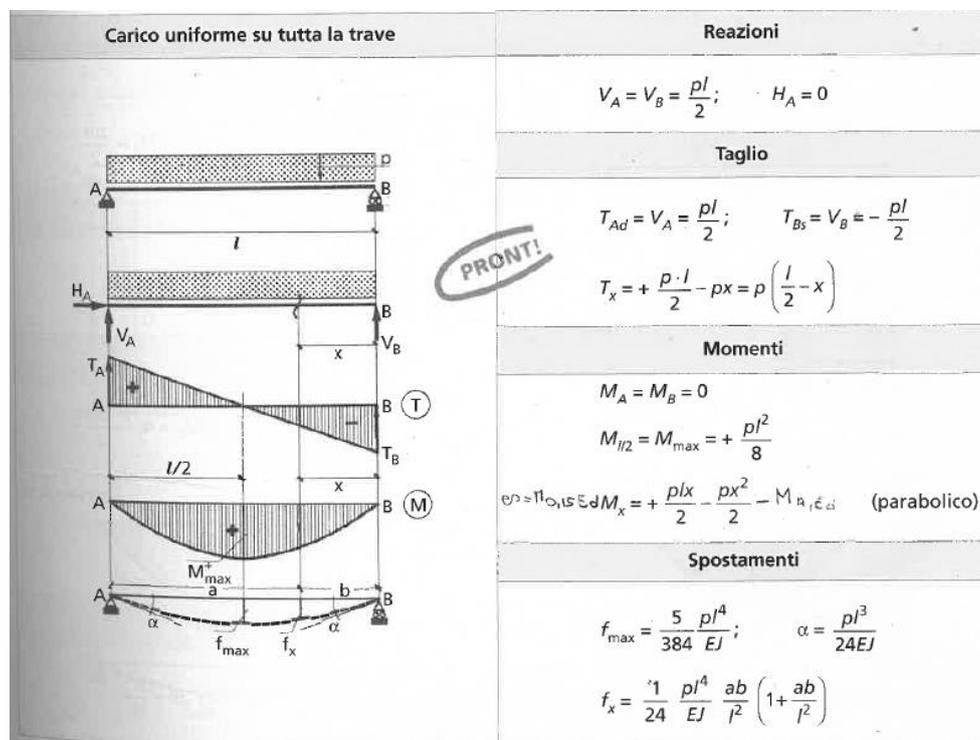
$p_{SLE, rara}$	13.25	carico distribuito SLE rara
$p_{SLE, freq}$	11.75	carico distribuito SLE frequente
$p_{SLE, qpe}$	11.25	carico distribuito SLE quasi permanente

**Tabella 2 – Azioni di progetto agenti sulla rampa.**

### 13.1.1 VERIFICHE

Le verifiche sono effettuate considerando un metro di profondità della rampa, e assimilando quest'ultima a una trave appoggio – appoggio (trave inclinata) con luce massima di 3,00 m.

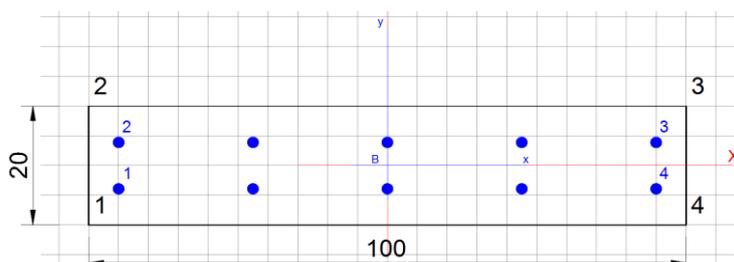
Le sollecitazioni per trave inclinata con carico verticale uniformemente distribuito sono riportate nella Figura 5.



**Figura 5 – Sollecitazioni per trave inclinata.**

	SLU	SLE RAR	SLE FREQ	SLE QPE
$T_A$ (kN)	28.31	19.87	17.62	16.87
$T_B$ (kN)	-28.31	-19.87	-17.62	-16.87
$N_A$ (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00
$N_B$ (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_A = M_B$ (kNm)	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_{1/2} = M_{max}^+$ (kNm)	21.23	14.90	13.22	12.65

**Tabella 3 – Sollecitazioni rampa scala.**



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

**NOME SEZIONE:** soletta rampa scala

Descrizione Sezione:	soletta rampa scala, s= 20cm
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. 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 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:	19.9	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.9	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	79 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	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 $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	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	-10.0
2	-50.0	10.0
3	50.0	10.0
4	50.0	-10.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	-3.9	14
2	-45.0	3.9	14
3	45.0	3.9	14
4	45.0	-3.9	14

**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	3	14
2	2	3	3	14

**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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	80 di 83

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	21.23	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	0.00	14.90	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	0.00	13.22 (21.76)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (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	0.00	12.65 (21.76)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 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



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

**SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO**

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	81 di 83

**RELAZIONE DI CALCOLO**

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 Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	21.23	0.00	0.00	50.21	0.00	2.37	15.4(2.5)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.283	-50.0	10.0	-0.00193	45.0	3.9	-0.00888	-45.0	-3.9

**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	0.000890971	-0.005409710	0.283	0.793

**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	5.40	-50.0	10.0	-150.2	-45.0	-3.9	543	7.7

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 Ver. 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



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	82 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

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]
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	-0.00126	0.00000	0.500	14.0	43	0.00045 (0.00045)	314	0.142 (0.20)	21.76	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	4.79	-50.0	10.0	-133.3	-45.0	-3.9	543	7.7

**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	-0.00112	0.00000	0.500	14.0	43	0.00040 (0.00040)	314	0.126 (0.30)	21.76	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI 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	4.58	-50.0	10.0	-127.5	-22.5	-3.9	543	7.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI 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	-0.00107	0.00000	0.500	14.0	54	0.00038 (0.00038)	352	0.134 (0.20)	21.76	0.00

La sezione risulta verificata disponendo ø14/10 cm



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

SCALE DI ACCESSO ALLE AREE DI SOCCORSO

COMMESSA	REL	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IADR	00	D 29 CL	GA 00 00 002	A	83 di 83

RELAZIONE DI CALCOLO

## 14 RIEPILOGO INCIDENZE

Piedritti: 160 kg/m<sup>2</sup>

Soletta superiore: 200 kg/m<sup>2</sup>

Soletta inferiore: 210 kg/m<sup>2</sup>

Pareti interne: 100 kg/m<sup>2</sup>

Pareti pozzetto: 90 kg/m<sup>2</sup>