

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO CESANO – VIGNA DI VALLE

Impianto di sollevamento acque NV05 - Relazione di calcolo strutturale

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 29 CL ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	F. Serrau <i>F. Serrau</i>	10-2018	M. Monda <i>M. Monda</i>	10-2018	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	10-2018	F. Arduini 10-2018 <i>F. Arduini</i> Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Arduini n. 192/2018

File: NR1J01D29CLID0002001A

n. Elab.: 192

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
4	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA.....	9
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
5.1	DATI GENERALI.....	10
5.2	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	10
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	15
7	CRITERI PROGETTUALI .....	16
7.1	VITA NOMINALE .....	16
7.2	CLASSE D'USO .....	16
7.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	17
8	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO .....	18
8.1	GEOMETRIA SCATOLARE.....	18
8.2	PESO PROPRIO (G1) .....	18
8.3	PESI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2) .....	18
8.4	SPINTA STATICA DEL TERRENO (G2K) .....	19
8.5	AZIONE DEL SOVRACCARICO MOBILE.....	25
8.6	VARIAZIONE TERMICA .....	25
8.7	RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO .....	26
8.8	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	28
9	COMBINAZIONI DI CARICO .....	34
10	MODELLAZIONE STRUTTURALE .....	68
10.1	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	68

10.2	RISULTATI ANALISI STRUTTURALE.....	70
10.2.1	<i>Solette superior/inferiore – spessore 0.30m, 0.40m, 0.60m e 0.80m.....</i>	70
10.2.2	<i>Piedritti sinistra/destra – spessore 0.30m e 0.60m.....</i>	74
10.2.3	<i>Piedritti il fronte/ il dorso – spessore 0.60m.....</i>	79
11	VERIFICHE STRUTTURALI.....	84
11.1	VERIFICA SOLETTE SUPERIORE – SPESSORE 0.30M, 0.40M E 0.60M.....	84
11.1.1	<i>Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo.....</i>	84
11.1.2	<i>Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio.....</i>	87
11.2	VERIFICA SOLETTE DI FONDAZIONE.....	95
11.2.1	<i>Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo.....</i>	95
11.2.2	<i>Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio.....</i>	96
11.3	VERIFICA PARETI VERTICALI.....	99
11.3.1	<i>Spessore H=0.30m.....</i>	99
11.3.2	<i>Spessore H=0.60m.....</i>	103
11.4	RIEPILOGO VERIFICHE A FESSURAZIONE.....	107
12	VERIFICHE GEO.....	108
13	INCIDENZA ARMATURA.....	113

## 1 PREMESSA

Il progetto di raddoppio della tratta Cesano – Vigna di Valle, sulla linea ferroviaria Roma – Viterbo, costituisce la prima fase funzionale del più esteso intervento di raddoppio tra Cesano e Bracciano, previsto dal recente Accordo Quadro tra Regione Lazio e RFI del 22/02/2018.

La presente relazione di calcolo riporta le verifiche, strutturali e geotecniche, relative al pozzetto per sollevamento acque relativo alla nuova viabilità NV05 ubicato alla progressiva 38+663.86.

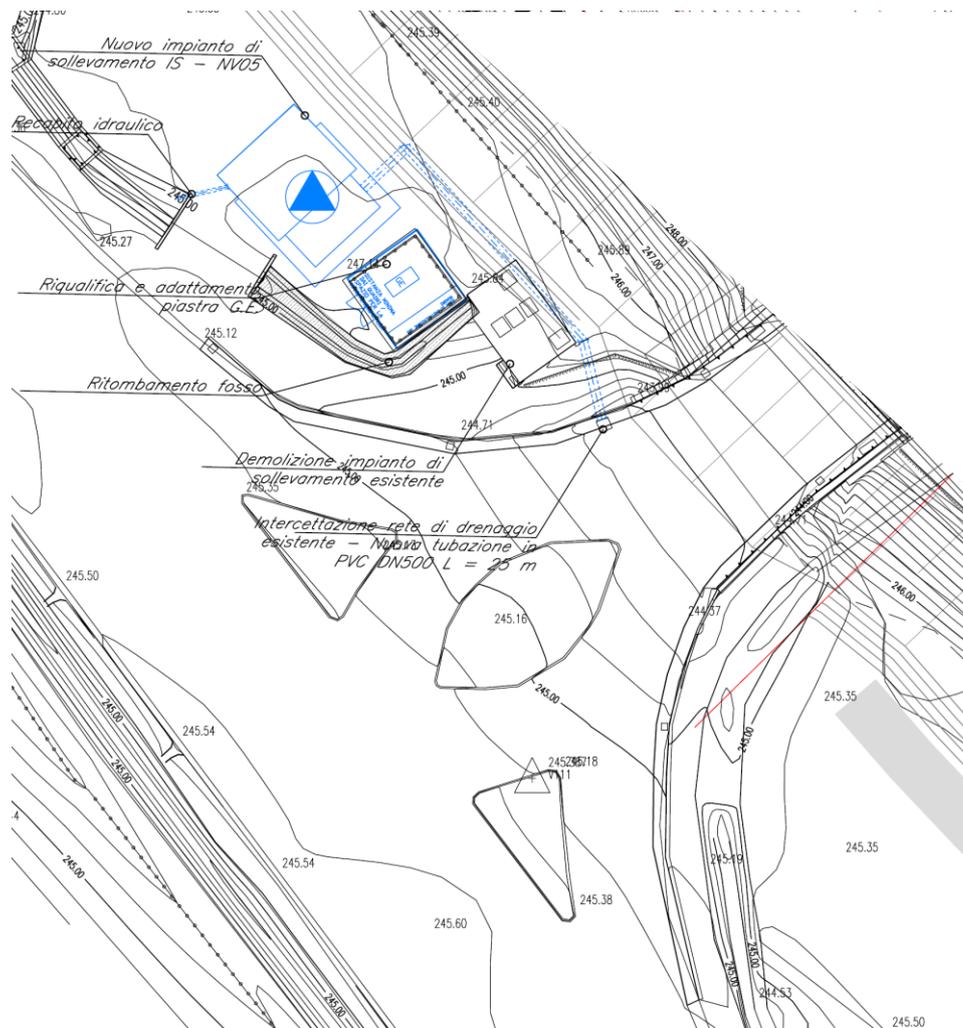


Figura 1: Localizzazione pozzetto impianto di sollevamento e platea

E' inoltre prevista la realizzazione di una platea per gabbiotto quadro elettrico e GE a servizio dell'impianto di sollevamento. Tale platea ha spessore pari a 40 cm e dimensioni in pianta pari a 4,85x4,80 m.

Nelle figure che seguono si rappresentano:

- Pianta e sezioni piane del manufatto;
- Le sezioni verticali del manufatto;

PIANTA

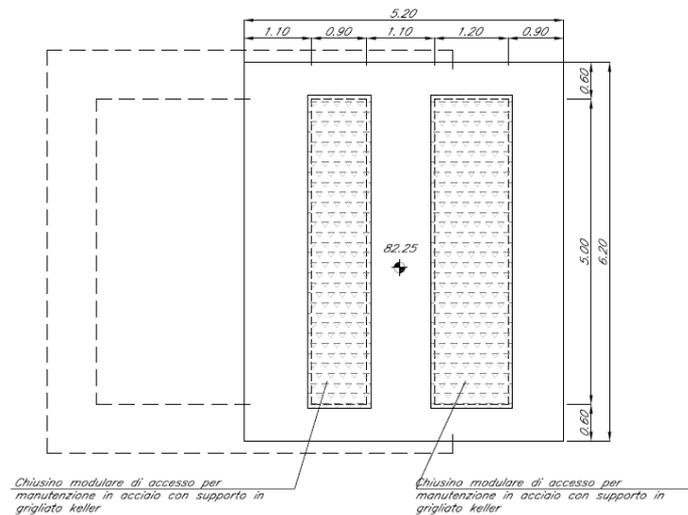
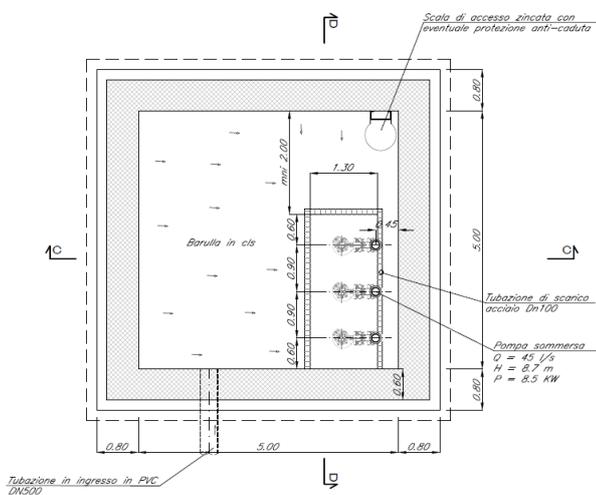


Figura 2: Pianta del manufatto

SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

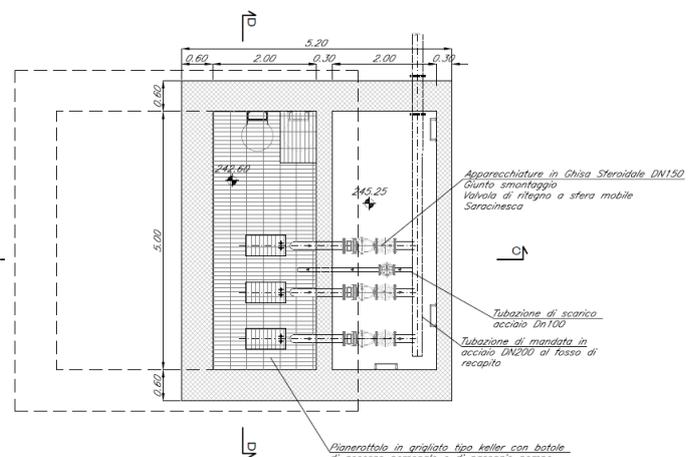


Figura 3: sezioni piane del manufatto



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

## 2            **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- ✓ Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3. Corpo stradale, e relativi allegati (A, B, C, D, E)
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- ✓ Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- ✓ DECRETO 31 luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	8 di 116

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

Titolo	scala																					
Impianto di sollevamento acque NV05 - Relazione di calcolo strutturale		N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Impianto di sollevamento acque NV05 - Piante e Sezioni		N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	D	0	0	0	2	0	0	2	A

## 4 UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

### unità di misura principali

<b>N</b>	(Newton)	unità di forza
<b>m</b>	(metro)	unità di lunghezza
<b>kg</b>	(kilogrammo-massa)	unità di massa
<b>s</b>	(secondo)	unità di tempo

### unità di misura derivate

<b>kN</b>	(kiloNewton)	$10^3$ N
<b>MN</b>	(megaNewton)	$10^6$ N
<b>kgf</b>	(kilogrammo-forza)	1 kgf = 9.81 N
<b>cm</b>	(centimetro)	$10^{-2}$ m
<b>mm</b>	(millimetro)	$10^{-3}$ m
<b>Pa</b>	(Pascal)	1 N/m <sup>2</sup>
<b>kPa</b>	(kiloPascal)	$10^3$ N/m <sup>2</sup>
<b>MPa</b>	(megaPascal)	$10^6$ N/m <sup>2</sup>
<b>N/m<sup>3</sup></b>	(peso specifico)	
<b>g</b>	(accelerazione di gravità)	$\sim 9.81$ m/s <sup>2</sup>

### corrispondenze notevoli

1 MPa	= 1 N/mm <sup>2</sup>
1 MPa	$\sim 10$ kgf/cm <sup>2</sup>
1 kN/m <sup>3</sup>	$\sim 100$ kgf/m <sup>3</sup>

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

$\gamma$	(gamma)	peso dell'unità di volume	(kN/m <sup>3</sup> )
$\sigma$	(sigma)	tensione normale	(N/mm <sup>2</sup> )
$\tau$	(tau)	tensione tangenziale	(N/mm <sup>2</sup> )
$\epsilon$	(epsilon)	deformazione	(m/m - adimensionale)
$\varphi$	(fi)	angolo di resistenza	(° sessagesimali)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1 Dati generali

L'opera è in calcestruzzo cementizio armato.

Le caratteristiche dei materiali previsti dal progetto sono le seguenti:

- Calcestruzzo  
Si prevede solo l'impiego di calcestruzzo gettato in opera.
- Armature lente in barre  
Si utilizza acciaio tipo B450C.

### 5.2 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

#### MAGRONE

Classe di resistenza = C12/15

#### CALCESTRUZZO STRUTTURE SCATOLARI C30/37

$R_{ck} =$	37	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{ck} =$	30	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{cm} =$	38	Mpa	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	2.9	Mpa	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$f_{ctfm} =$	3.48		Valore medio della resistenza a trazione per flessione del calcestruzzo
$f_{ctk,0,05} =$	2.0	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 5%)
$f_{ctk,0,95} =$	3.8	Mpa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 95%)
$E_{cm,t0} =$	33000	Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo
$E_{cm,t\infty} =$		Mpa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo atempo infinito
$\epsilon_{c1} =$	2.2	%	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu1} =$	3.5	%	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo
$\epsilon_{c2} =$	2.0	%	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu2} =$	3.5	%	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>NR1J</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>ID0002 001</b>	REV. <b>A</b>

**n**= 2.00

**$\epsilon_{c3}$** = 1.8 ‰ Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco

**$\epsilon_{cu3}$** = 3.5 ‰ Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo

Classe di esposizione del calcestruzzo : XA1

**Nota:** il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001).

#### Acciaio per ca

<b>TIPO</b>	<b>B450 C</b>	<b>Mpa</b>	Tipo di acciaio
<b><math>f_{yk}</math></b> =	450	<b>Mpa</b>	Tensione Caratteristica di Snervamento
<b><math>f_{tk}</math></b> =	540	<b>Mpa</b>	Tensione Caratteristica di Rottura
Verifiche agli SLU			
<b><math>\gamma_s</math></b> =	1.15		Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio
<b><math>f_{yd}</math></b> =	391.30	<b>Mpa</b>	Resistenza di calcolo a Trazione dell'Acciaio
Verifiche agli SLE			
<b><math>\sigma_s</math></b> =	360	<b>Mpa</b>	Massima tensione nel l'acciaio in Esercizio

Il copriferro, in accordo alle Norme Tecniche, quindi, individua lo spessore di calcestruzzo che ricopre l'armatura più esterna. In accordo con l'Eurocodice 2, il copriferro da utilizzare nei calcoli strutturali e da riportare negli elaborati grafici si definisce come copriferro nominale (**cNOM**) dato da:

$$c_{NOM} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove:

$c_{min}$  = valore del copriferro minimo

$\Delta c_{dev}$  = tolleranza di esecuzione relativa al copriferro pari a  $5 \div 10$  mm.

Lo spessore minimo del copriferro  $c_{min}$  sarà il valore massimo tra quelli minimi imposti dalla suddetta normativa per soddisfare le esigenze di durabilità e di aderenza. Nel primo caso i valori di copriferro dipendono dalla classe di esposizione e dalla vita utile di progetto, nel secondo dai diametri delle barre di armatura utilizzate. Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra. Le tolleranze di esecuzione dei copriferri sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008.

<b>Calcestruzzo</b>		
<i>Caratteristiche durabilità</i>		
Classe di esposizione	XA1	
Massimo rapporto a/c	0,55	
Minima classe di resistenza	C30/37	
Minimo contenuto in cemento	320	kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo aggregati	46	mm
Classe di consistenza	S4	
Diametro massimo armatura flessionale	26	mm
Diametro massimo armatura staffe	10	mm
Copriferro per durabilità	25	mm
Copriferro per aderenza	10	mm
Copriferro nominale	35	mm
Copriferro minimo per il calcolo	45	mm
Interferro	100	mm

<b>Calcestruzzo – PLATEA</b>		
<i>Caratteristiche durabilità</i>		
Classe di esposizione	XC2	
Massimo rapporto a/c	0,6	
Minima classe di resistenza	C25/30	
Minimo contenuto in cemento	300	kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo aggregati	46	mm
Classe di consistenza	S4	
Diametro massimo armatura flessionale	16	mm
Diametro massimo armatura staffe	16	mm
Copriferro per durabilità	25	mm
Copriferro per aderenza	14	mm
Copriferro nominale	35	mm
Copriferro per il calcolo	48	mm
Interferro	100	mm

E' assunto copriferro pari a 5 cm.

**Durabilità.** Particolare cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere garantite solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera; si dovranno, inoltre, utilizzare tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali sia, nel caso delle opere in calcestruzzo, l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel seguito e negli allegati di calcolo. Le caratteristiche di durabilità dei calcestruzzi da impiegare nelle opere di progetto sono valutate secondo la Norma Nazionale UNI 9858 e la Normativa Europea ENV 206, la più recente UNI 11104 e secondo quanto stabilito dal D.M. 2018. Per quanto riguarda le prescrizioni minime di spessore di copriferro, si fa riferimento anche alle indicazioni correlate contenute nell'Eurocodice 2.

Secondo le indicazioni contenute nella UNI 11104, le opere in oggetto sono classificabili in ambiente XA1 E XC2. Per il magrone verrà impiegato il calcestruzzo di classe X0.

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	14 di 116

<b>XA1</b>	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario e precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riportano il modello geotecnico rilevante al tratto in quale tombino in6 è posizionato.

- Modello geotecnico n° 8, dalla pk 37+250 alla pk 38+750

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	Peso di volume $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio $\phi'$ (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Modulo elastico Eop (MPa)
1	0	1.00	Terreno vegetale	-	GF	-	-	-	-
2	1.00	9.00	Limo argilloso mediamente addensato con sabbia	18.00	GF	25.00	5.00	30.00	20.00
3	9.00	30.00	Depositi vulcanici - Sabbia limosa argillosa con ghiaia mediamente addensata	18.00	GG	34.00	0.00	-	50.00
Falda: non presente									
Categoria di suolo: B									

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>NR1J</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>ID0002 001</b>	REV. <b>A</b>

## 7 CRITERI PROGETTUALI

### 7.1 Vita Nominale

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.5.1.1.1 del RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione :

- 2) Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari, per cui si considera vita nominale **75 anni**.

### 7.2 Classe d'uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Il coefficiente d'uso è pari a: **1.00.**

### 7.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Pertanto:

$$V_R = 75 \times 1.0 = \mathbf{75 \text{ anni}}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R = 712$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

## 8 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

### 8.1 Geometria scatolare

- Spessore soletta di fondazione: 0.80 m;
- Spessore piedritti: 0.60 m;
- Spessore soletta di copertura(livello 2-kota 245.25m): 0.30 m;
- Spessore soletta livello 1(kota -238.60m): 0.60 m;
- Larghezza netta livello 1(kota -238.60m): 5.00 m;
- Larghezza netta livello 2 (kota -243.15m): 2.00 m;
- Altezza netta livello : 6.35 m;

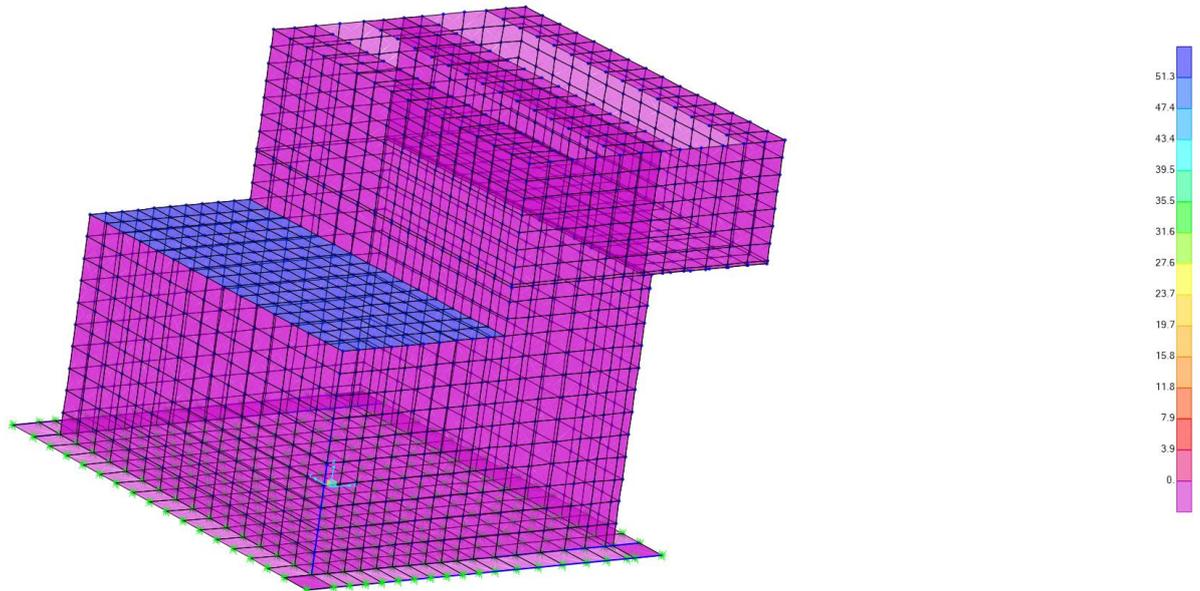
### 8.2 Peso proprio (g1)

Il software calcola in automatico il peso degli elementi strutturali. Si considera un peso di unità di volume per il calcestruzzo armato pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

### 8.3 Pes permanenti non strutturali (g2)

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti al di sopra della soletta superiore:

- Terreno di ricoprimento:  $2.85 \text{ m} \times 18.00 \text{ kN/m}^3 = 51.3 \text{ kN/m}^2$  (soletta intermedia).



#### 8.4 Spinta statica del terreno (g2k)

Le spinte del terreno di rinfianco vengono calcolate assumendo alternativamente uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti. La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ .

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

#### Spinta del terreno (Condizioni *SPTSX*)

- $K_0 = 1 - \tan(\phi) = 1 - \tan(25) = 0.578$
- Pressione in corrispondenza della piedritti:

Quota di estradosso:

$$P_1 = 0 \text{ kN/m}^2$$

Quota mezzeria soletta superiore:

$$P_2 = (0.30/2) * 18.00 * 0.578 = 1.5606 \text{ kN/m}^2$$

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	20 di 116

Quota mezzeria soletta 0.60m:

$$P_3 = P_2 + (3.0\text{m} \cdot 18\text{kN/m}^3 \cdot 0.578) = 32.77 \text{ kN/m}^2$$

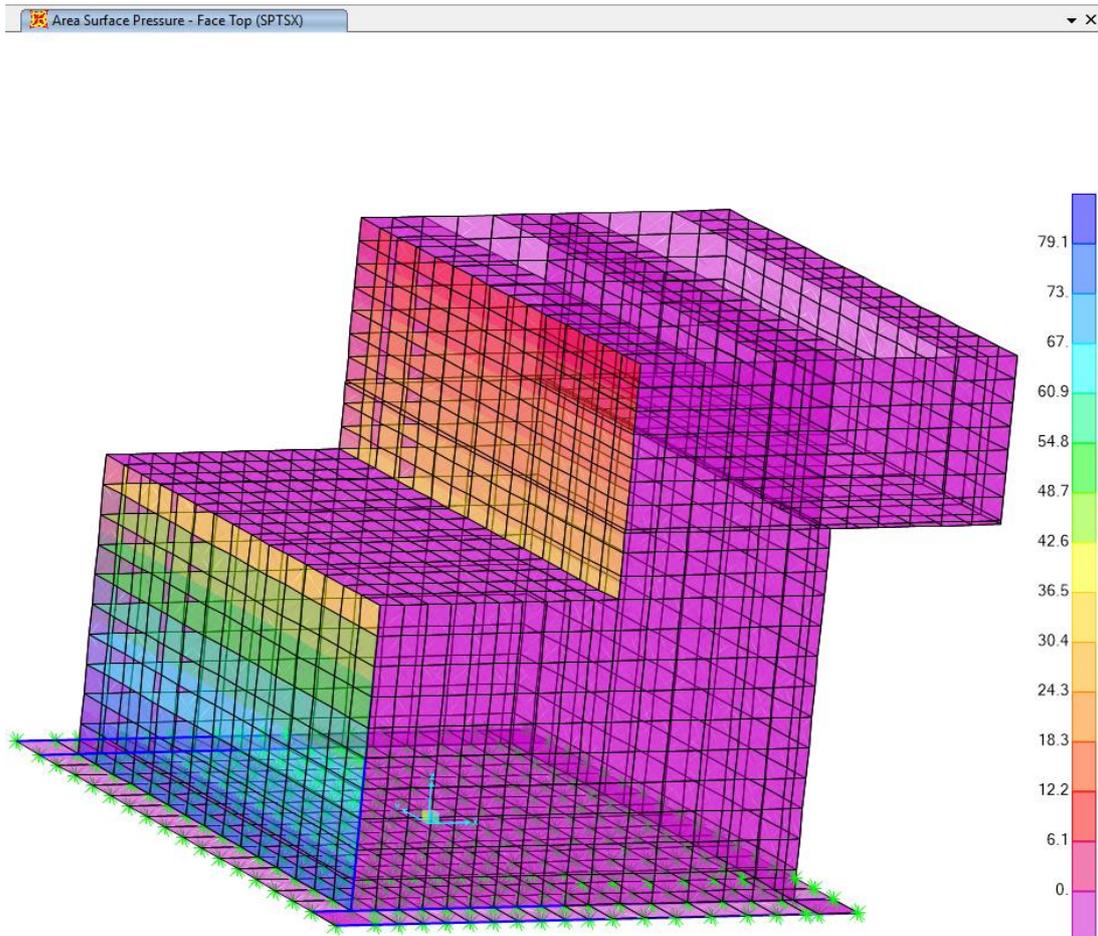
- Pressione in asse alla soletta di fondazione superiore:

Quota di estradosso:

$$P_4 = P_3 + (3.90\text{m} \cdot 18\text{kN/m}^3 \cdot 0.578) = 73.35 \text{ kN/m}^2$$

Pressione da sovraccarico mobile:

$$P = q \cdot K_0 = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.578 = 5.78 \text{ kN/m}^2$$

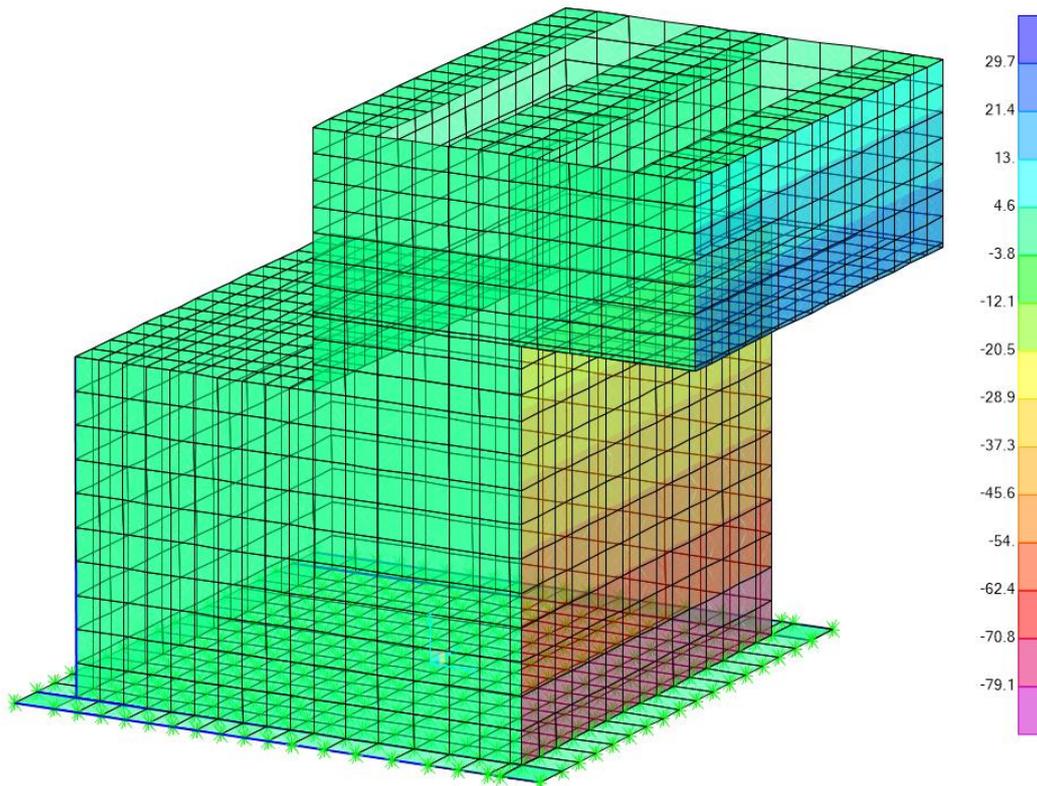


### Spinta del terreno (Condizioni *SPTDX*)

- $K_0 = 1 - \tan(\phi) = 1 - \tan(25) = 0.578$
- Pressione in corrispondenza della piedritti:  
Quota di estradosso:  
 $P_1 = 0 \text{ kN/m}^2$   
Quota mezzeria soletta superiore:  
 $P_2 = (0.30/2) * 18.00 * 0.578 = 1.5606 \text{ kN/m}^2$   
Quota mezzeria soletta 0.40m:  
 $P_3 = P_2 + (2.15\text{m} * 18\text{kN/m}^3 * 0.578) = 23.93 \text{ kN/m}^2$
- Pressione in asse alla soletta di fondazione superiore:  
Quota di estradosso:  
 $P_4 = P_3 + (4.75\text{m} * 18\text{kN/m}^3 * 0.578) = 73.35 \text{ kN/m}^2$

Pressione da sovraccarico mobile:

$$P = q * K_0 = 10 \text{ kN/m}^2 * 0.578 = 5.78 \text{ kN/m}^2$$

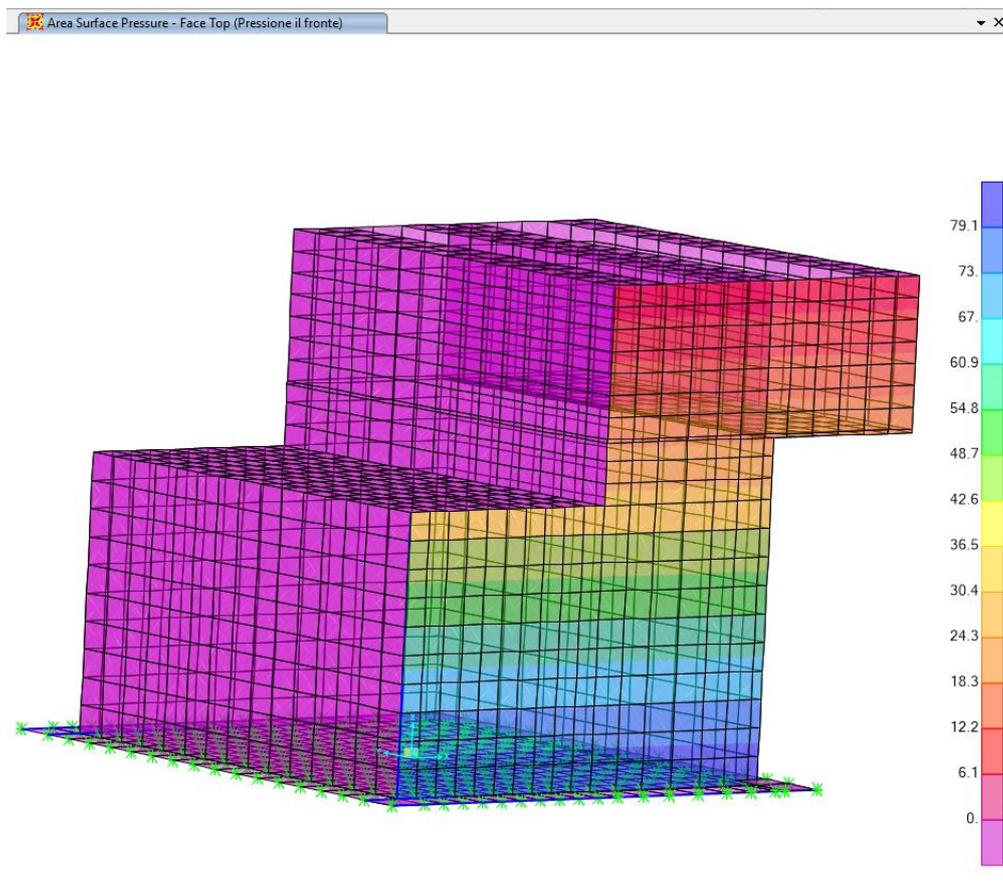


### Spinta del terreno il fronte (Condizioni *Pressione il fronte*)

- $K_0 = 1 - \tan(\phi) = 1 - \tan(25) = 0.578$
- Pressione in corrispondenza della piedritti:  
Quota di estradosso:  
 $P_1 = 0 \text{ kN/m}^2$   
Quota mezzera soletta superiore:  
 $P_2 = (0.30/2) * 18.00 * 0.578 = 1.5606 \text{ kN/m}^2$
- Pressione in asse alla soletta di fondazione superiore:  
Quota di estradosso:  
 $P_3 = P_2 + (6.90\text{m} * 18\text{kN/m}^3 * 0.578) = 73.35 \text{ kN/m}^2$

Pressione da sovraccarico mobile:

$$P=q*K_0=10 \text{ kN/m}^2*0.578 = 5.78 \text{ kN/m}^2$$



### Spinta del terreno il dorso (Condizioni *Pressione il dorso*)

- $K_0 = 1 - \text{sen}(\phi) = 1 - \text{sen}(25) = 0.578$
- Pressione in corrispondenza della piedritti:

Quota di estradosso:

$$P_1 = 0 \text{ kN/m}^2$$

Quota mezzeria soletta superiore:

$$P_2 = (0.30/2) * 18.00 * 0.578 = 1.5606 \text{ kN/m}^2$$

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	24 di 116

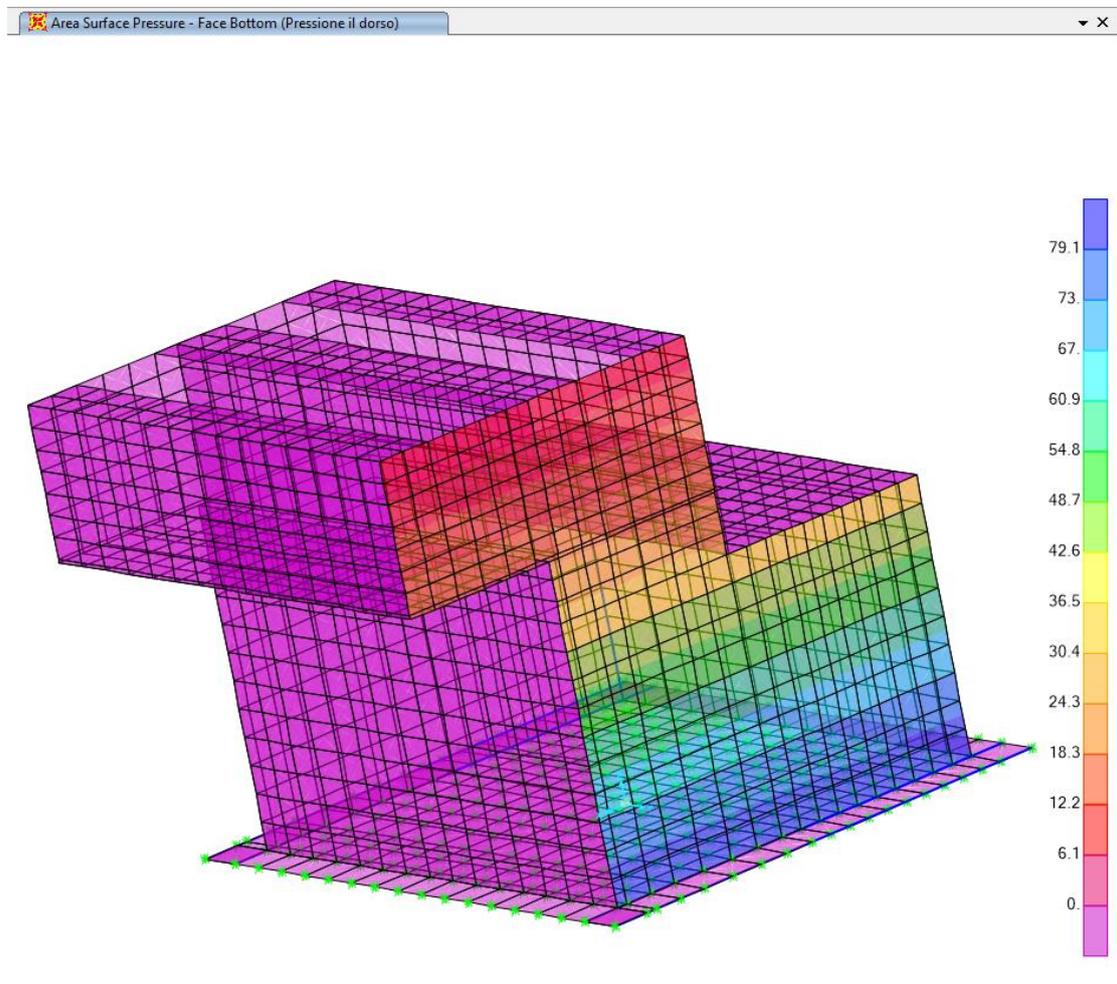
- Pressione in asse alla soletta di fondazione superiore:

Quota di estradosso:

$$P_3 = P_2 + (6.90\text{m} \cdot 18\text{kN/m}^3 \cdot 0.578) = 73.35 \text{ kN/m}^2$$

Pressione da sovraccarico mobile:

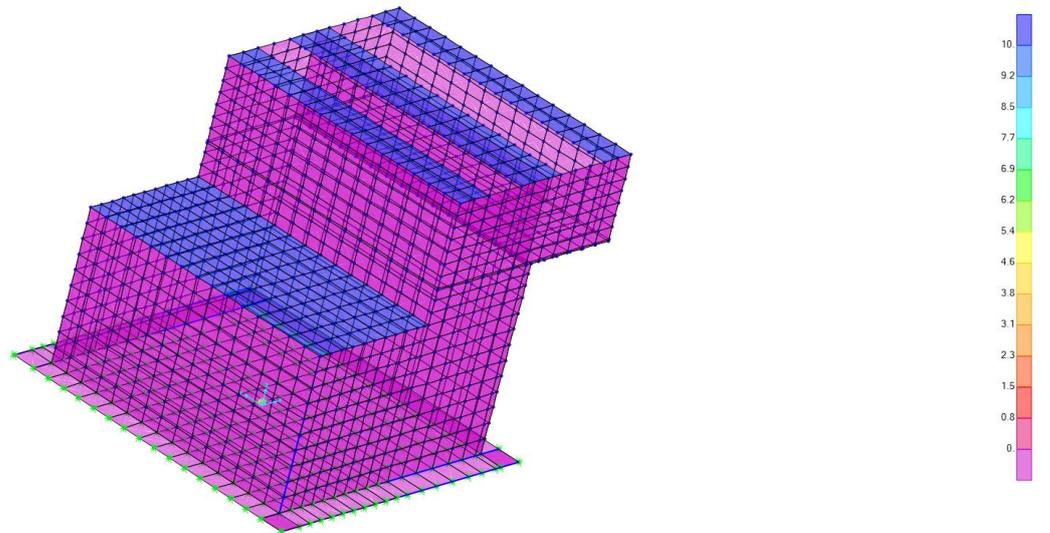
$$P = q \cdot K_0 = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.578 = 5.78 \text{ kN/m}^2$$



### 8.5 Azione del sovraccarico mobile

Si considera un carico di superficie uniformemente distribuito di  $10 \text{ kN/m}^2$  (valore caratteristico).

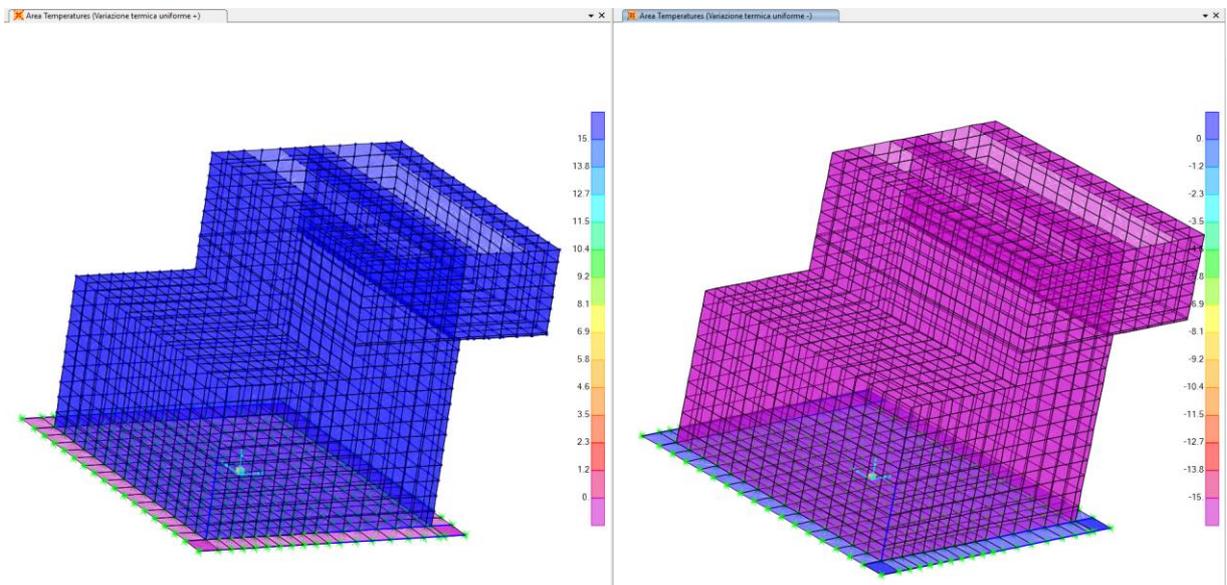
Area Uniform (Sovraccarico mobile) (Local - Gravity)

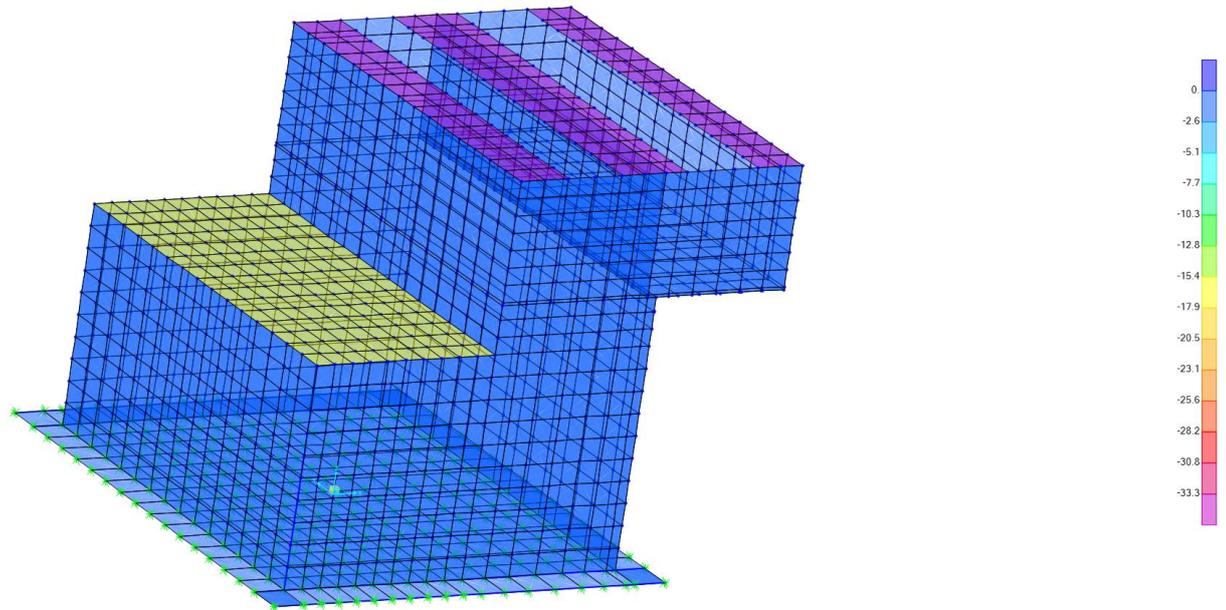


### 8.6 Variazione termica

Essendo il ricoprimento inferiore a 1.5 m, è necessario considerare l'azione termica. Si assume:

$$\Delta T_{\text{unif}} = \pm 15^\circ\text{C} \text{ e } \Delta T_{\text{grad}} = \pm 5^\circ\text{C}$$





L'azione più sfavorevole fra le due (dalla valutazione dei maggiori momenti generati in mezzeria) è applicata alla soletta superiore dello scatolare.

### 8.7 Ritiro e viscosità del calcestruzzo

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2018.

La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a  $9.61^\circ$  - superiore soletta,  $10.21^\circ$  - mediatore soletta .

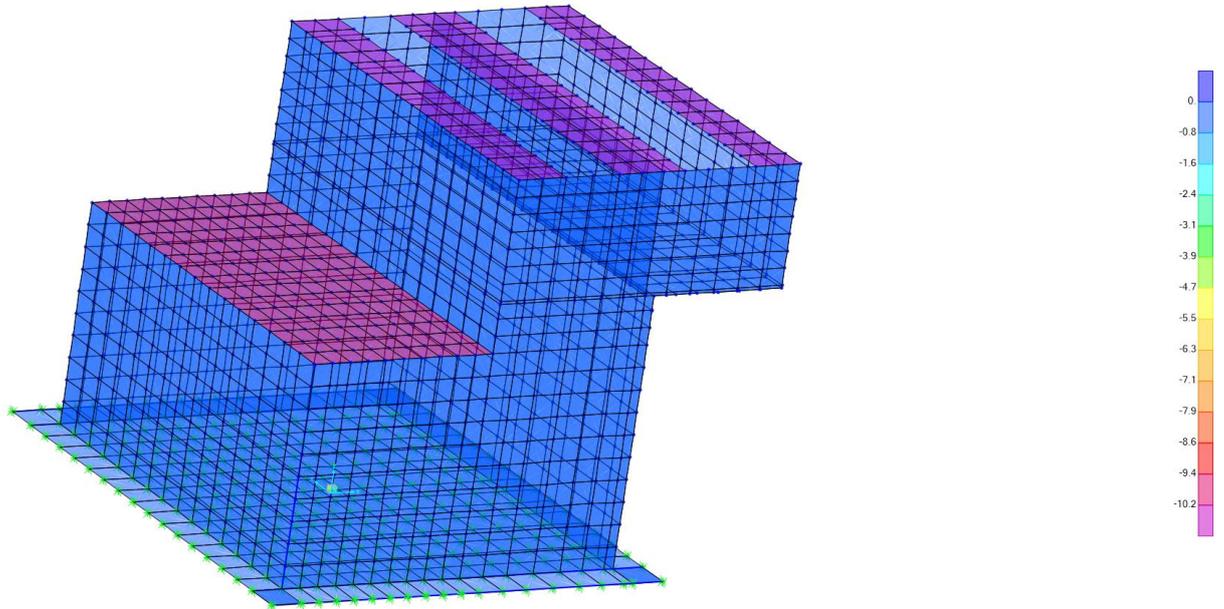
Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
NRIJ 01 D 29 CL ID0002 001 A 27 di 116

DATA			DATA		
Coefficiente di viscosità			Coefficiente di viscosità		
$\varphi(t,t_0)=\varphi_0*\beta_c(t,t_0)$	1.7325	creep coefficient	$\varphi(t,t_0)=\varphi_0*\beta_c(t,t_0)$	1.6672	creep coefficient
$\varphi_0=\varphi_{RH}*\beta(f_{cm})*\beta(t_0)$	1.8040	nominal creep coefficient	$\varphi_0=\varphi_{RH}*\beta(f_{cm})*\beta(t_0)$	1.7359	nominal creep coefficient
$\varphi_{RH}$	1.2039	per fcm>35 Mpa	$\varphi_{RH}$	1.1585	per fcm>35 Mpa
$\varphi_{RH}$		per fcms35 Mpa	$\varphi_{RH}$		per fcms35 Mpa
RH	80 [%]		RH	80 [%]	
$\beta(f_{cm})$	2.7253		$\beta(f_{cm})$	2.7253	
$\beta(t_0)$	0.5498		$\beta(t_0)$	0.5498	
h0	600 [mm]		h0	1200 [mm]	
Ac	3300 [cm <sup>2</sup> ]		Ac	18000 [cm <sup>2</sup> ]	
u	110 [cm]		u	300 [cm]	
$\beta_c(t,t_0)$	0.9604		$\beta_c(t,t_0)$	0.9604	
t	10000 [days]		t	10000 [days]	
t <sub>0</sub>	15 [days]		t <sub>0</sub>	15 [days]	
t-t <sub>0</sub>	9985 [days]		t-t <sub>0</sub>	9985 [days]	
$\beta_H$	1571.57	FALSE per fcm>35 Mpa	$\beta_H$	2903.21	FALSE per fcm>35 Mpa
$\beta_H$		per fcms35 Mpa	$\beta_H$		per fcms35 Mpa
$\alpha_1$	0.9441		$\alpha_1$	0.9441	
$\alpha_2$	0.9837		$\alpha_2$	0.9837	
$\alpha_3$	0.9597		$\alpha_3$	0.9597	
f <sub>cm</sub>	38.00 [MPa]		f <sub>cm</sub>	38.00 [MPa]	
f <sub>ck</sub>	30.00 [MPa]		f <sub>ck</sub>	30.00 [MPa]	
DEFORMAZIONE TOTALE DA RITIRO			DEFORMAZIONE TOTALE DA RITIRO		
$\epsilon_{s,sh}=\epsilon_{s,sh}+\epsilon_{s,sh}$	0.0002789	deformazione totale da ritiro	$\epsilon_{s,sh}=\epsilon_{s,sh}+\epsilon_{s,sh}$	0.0002562	deformazione totale da ritiro
$\epsilon_{s,sh}$	0.0002462	deformazione da ritiro per essiccamento	$\epsilon_{s,sh}$	0.0002235	deformazione da ritiro per essiccamento
$\epsilon_{s,sh}$	3.265E-05	deformazione da ritiro autogeno	$\epsilon_{s,sh}$	3.265E-05	deformazione da ritiro autogeno
DEFORMAZIONE DA RITIRO PER ESSICCAMENTO			DEFORMAZIONE DA RITIRO PER ESSICCAMENTO		
$\epsilon_{s,sh}=\kappa_h*\epsilon_{s,sh}$	0.0002607		$\epsilon_{s,sh}=\kappa_h*\epsilon_{s,sh}$	0.0002607	
$\epsilon_{s,sh}$	0.0003725	appendix B for $\epsilon_{s,sh}$	$\epsilon_{s,sh}$	0.0003725	appendix B for $\epsilon_{s,sh}$
$\alpha_{d,s1}$	6	CLS class R	$\alpha_{d,s1}$	6	CLS class R
$\alpha_{d,s2}$	0.11	CLS class R	$\alpha_{d,s2}$	0.11	CLS class R
$\beta_{RH}$	0.7564		$\beta_{RH}$	0.7564	
RH <sub>0</sub>	100 [%]		RH <sub>0</sub>	100 [%]	
f <sub>cm0</sub>	10 [MPa]		f <sub>cm0</sub>	10 [MPa]	
$\beta_{d,s}(t,ts)$	0.9443976		$\beta_{d,s}(t,ts)$	0.8572457	
t	10000		t	10000	
ts	15		ts	15	

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{rit} = \epsilon_s / [(1+\phi) \times \alpha_1] = 9.61 \text{ }^\circ\text{C} / = 10.21 \text{ }^\circ\text{C}.$$



## 8.8 Valutazione dell'azione sismica

Le opere in oggetto sono progettate per una vita nominale  $V_N = 75$  anni ed una classe d'uso II a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

L'azione sismica di progetto è definita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Il periodo di ritorno di quest'ultima - in funzione della vita utile, della classe d'uso, del tipo di costruzione e dello stato limite di riferimento (prima definiti) - è di 712 anni.

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

$a_g$  → accelerazione massima al sito;

$F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

Il tracciato oggetto di studio ha una lunghezza di circa 12 km. Dal punto di vista della caratterizzazione sismica è stato suddiviso in due tratte:

- Tratto 1: dalla pk 27 +769 alla pk 34+500
- Tratto 2: dalla pk 34+500 alla pk 39+497

All'interno dei tratti sono state individuate tre categorie di sottosuolo:

- Categoria di sottosuolo B a cui corrisponde un valore di  $S_s$  pari a 1.20
- Categoria di sottosuolo C a cui corrisponde un valore di  $S_s$  pari a 1.50
- Categoria di sottosuolo E a cui corrisponde un valore di  $S_s$  pari a 1.60

In accordo con quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale che specifica la caratterizzazione sismica di tutta la linea, il valore dell'accelerazione  $a_g$  risulta essere molto simile lungo tutta la tratta per cui, a vantaggio di sicurezza si sceglie di considerare nei modelli di calcolo il valore maggiore valutato in corrispondenza del comune di Anguillara Sabazia. B che risulta essere pari a:

$$a_g = 0.074 \text{ g}$$

Inoltre, a favore di sicurezza si decide di considerare come categoria di sottosuolo la categoria B a cui è associato un valore di  $S_s$  pari a 1.20.

Utilizzando il foglio di calcolo del ministero si riporta di seguito la procedura per la valutazione dei parametri sismici che come precedentemente spiegato verrà considerata in corrispondenza del comune di Anguillara Sabazia per una categoria di sottosuolo B.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- interpolazione su 3 nodi
- interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Reticolo di riferimento



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

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Figura 5: Fase 1, individuazione della pericolosità del sito

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

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

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_u$   info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VIT} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VIT} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VIT} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VIT} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

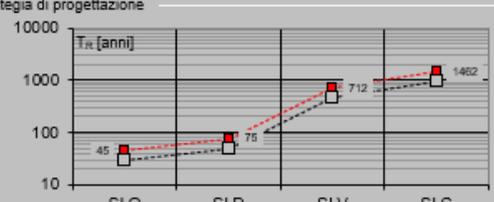
- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

**LEGENDA GRAFICO**

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



Stato Limite	Strategia per costruzioni ordinarie (TR)	Strategia scelta (TR)
SLO	45	45
SLD	75	75
SLV	712	712
SLC	1462	1462

Figura 6: Fase 2, scelta della strategia di progettazione

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,038	2,654	0,252
SLD	75	0,044	2,669	0,276
SLV	712	0,074	2,941	0,351
SLC	1462	0,086	3,020	0,384

Figura 7: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascun stato limite

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.074 g
$F_o$	2.941
$T_C^*$	0.351 s
$S_s$	1.200
$C_c$	1.358
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.159 s
$T_C$	0.478 s
$T_D$	1.898 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{10/(3+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.089
$T_B$	0.159	0.283
$T_C$	0.478	0.283
	0.544	0.230
	0.612	0.205
	0.680	0.184
	0.747	0.168
	0.815	0.154
	0.883	0.142
	0.950	0.132
	1.018	0.123
	1.086	0.115
	1.153	0.109
	1.221	0.103
	1.289	0.097
	1.356	0.092
	1.424	0.088
	1.492	0.084
	1.559	0.080
	1.627	0.077
	1.695	0.074
	1.762	0.071
	1.830	0.068
$T_D$	1.898	0.068
	1.998	0.060
	2.098	0.054
	2.198	0.049
	2.298	0.045
	2.398	0.041
	2.498	0.038
	2.599	0.035
	2.699	0.033
	2.799	0.030
	2.899	0.028
	2.999	0.026
	3.099	0.025
	3.199	0.023
	3.299	0.022
	3.399	0.021
	3.499	0.019
	3.600	0.018
	3.700	0.017
	3.800	0.016
	3.900	0.016
	4.000	0.015

Figura 8: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo SLV

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{sv}$	0.027 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.083
$S$	1.000
$\eta$	1.000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_{sv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.027
$T_B$ ←	0.050	0.081
$T_C$ ←	0.150	0.081
	0.235	0.051
	0.320	0.038
	0.405	0.030
	0.490	0.025
	0.575	0.021
	0.660	0.018
	0.745	0.016
	0.830	0.015
	0.915	0.013
$T_D$ ←	1.000	0.012
	1.094	0.010
	1.188	0.009
	1.281	0.007
	1.375	0.008
	1.469	0.008
	1.563	0.005
	1.656	0.004
	1.750	0.004
	1.844	0.004
	1.938	0.003
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.002
	2.313	0.002
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Figura 9: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo SLV

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Si assume un fattore di struttura  $q=1$ .

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato  info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

$S_S =$

$C_C =$   info

Categoria topografica  info

$h/H =$

$S_T =$   info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%)

$\eta =$   info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_e$

Regol. in altezza  info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$

$\eta =$   info

### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

### Spettri di risposta

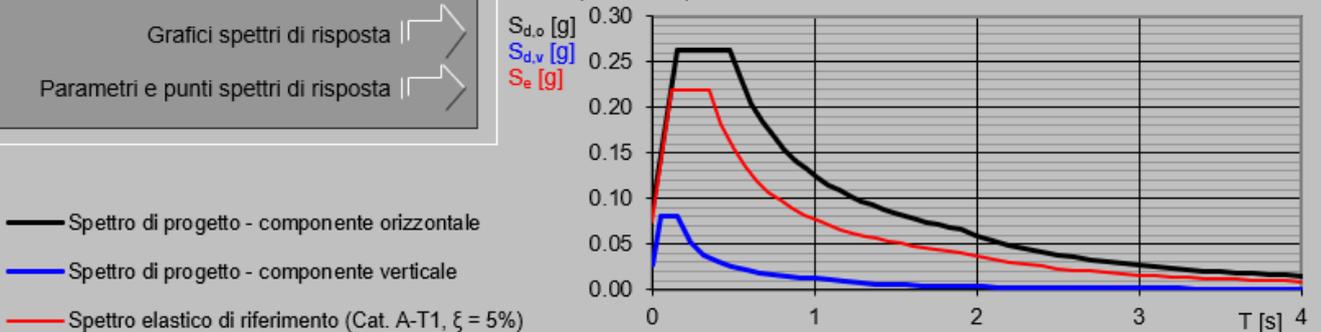


Figura 10: Determinazione dell'azione di progetto

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di **Wood**, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad  $H/2$ .

$$\Delta P_d = a_{\max} (\%g) \gamma H^2$$

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

- combinazione fondamentale (SLU):

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

- combinazione sismica:

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

- combinazione eccezionale:

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

- combinazione Rara (SLE irreversibile):

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

- combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

- combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

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

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella tabella seguente.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_Q$	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{Q5}$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{r1}$	0,90 1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 1,00 <sup>(4)</sup>	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{r2}$ , $\gamma_{r3}$ , $\gamma_{r4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali ed i coefficienti di combinazione  $\psi$  delle tabelle seguenti.

**Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	–	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tab. 1 – Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

- SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di:

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

- SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di:

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

- Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

**Approccio 2:**

A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche.

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 1: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\begin{aligned} \text{STR)} & \rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \\ \text{GEO-EQU)} & \rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \end{aligned}$$

SLU 1	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 1		G2	1.5
SLU 1		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 1		Pressione il fronte	1.5
SLU 1		Pressione il dorso	1.5
SLU 1		SPTSX	1.5
SLU 1		SPTDX	1.5
SLU 1		Qvk	1.5
SLU 1		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 1		Ritiro	1.2
SLU 1		Variazione termica uniforme +	0.9
SLU 1		Variazione termica lineare	0.9
SLU 2	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 2		G2	1.5
SLU 2		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 2		Pressione il fronte	1.5
SLU 2		Pressione il dorso	1.5
SLU 2		SPTSX	1.5
SLU 2		SPTDX	1.5
SLU 2		Qvk	1.5
SLU 2		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 2		Ritiro	1.2
SLU 2		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 2		Variazione termica lineare	0.9

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	38 di 116

SLU 3	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 3		G2	1.5
SLU 3		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 3		Pressione il fronte	1.5
SLU 3		Pressione il dorso	1.5
SLU 3		SPTSX	1.5
SLU 3		SPTDX	0.9
SLU 3		Qvk	1.5
SLU 3		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 3		Ritiro	1.2
SLU 3		Variazione termica uniforme +	0.9
SLU 3		Variazione termica lineare	0.9
SLU 5	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 5		G2	1.5
SLU 5		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 5		Pressione il fronte	1.5
SLU 5		Pressione il dorso	1.5
SLU 5		SPTSX	0.9
SLU 5		SPTDX	1.5
SLU 5		Qvk	1.5
SLU 5		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 5		Ritiro	1.2
SLU 5		Variazione termica uniforme +	0.9
SLU 5		Variazione termica lineare	0.9
SLU 7	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 7		G2	1.5
SLU 7		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 7		Pressione il fronte	0.9
SLU 7		Pressione il dorso	1.5
SLU 7		SPTSX	1.5
SLU 7		SPTDX	1.5
SLU 7		Qvk	1.5
SLU 7		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 7		Ritiro	1.2
SLU 7		Variazione termica uniforme +	0.9
SLU 7		Variazione termica lineare	0.9
SLU 11	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 11		G2	1.5
SLU 11		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 11		Pressione il fronte	0.9
SLU 11		Pressione il dorso	1.5
SLU 11		SPTSX	0.9
SLU 11		SPTDX	1.5
SLU 11		Qvk	1.5
SLU 11		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 11		Ritiro	1.2
SLU 11		Variazione termica uniforme +	0.9
SLU 11		Variazione termica lineare	0.9
SLU 13	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 13		G2	1.5
SLU 13		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 13		Pressione il fronte	1.5
SLU 13		Pressione il dorso	0.9
SLU 13		SPTSX	1.5
SLU 13		SPTDX	0.9
SLU 13		Qvk	1.5
SLU 13		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 13		Ritiro	1.2
SLU 13		Variazione termica uniforme +	0.9

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	39 di 116

SLU 13		Variazione termica lineare	0.9
SLU 4	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 4		G2	1.5
SLU 4		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 4		Pressione il fronte	1.5
SLU 4		Pressione il dorso	1.5
SLU 4		SPTSX	1.5
SLU 4		SPTDX	0.9
SLU 4		Qvk	1.5
SLU 4		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 4		Ritiro	1.2
SLU 4		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 4		Variazione termica lineare	0.9
SLU 6	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 6		G2	1.5
SLU 6		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 6		Pressione il fronte	1.5
SLU 6		Pressione il dorso	1.5
SLU 6		SPTSX	0.9
SLU 6		SPTDX	1.5
SLU 6		Qvk	1.5
SLU 6		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 6		Ritiro	1.2
SLU 6		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 6		Variazione termica lineare	0.9
SLU 8	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 8		G2	1.5
SLU 8		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 8		Pressione il fronte	0.9
SLU 8		Pressione il dorso	1.5
SLU 8		SPTSX	1.5
SLU 8		SPTDX	1.5
SLU 8		Qvk	1.5
SLU 8		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 8		Ritiro	1.2
SLU 8		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 8		Variazione termica lineare	0.9
SLU 10	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 10		G2	1.5
SLU 10		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 10		Pressione il fronte	1.5
SLU 10		Pressione il dorso	0.9
SLU 10		SPTSX	1.5
SLU 10		SPTDX	1.5
SLU 10		Qvk	1.5
SLU 10		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 10		Ritiro	1.2
SLU 10		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 10		Variazione termica lineare	0.9
SLU 12	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 12		G2	1.5
SLU 12		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 12		Pressione il fronte	0.9
SLU 12		Pressione il dorso	1.5
SLU 12		SPTSX	0.9
SLU 12		SPTDX	1.5
SLU 12		Qvk	1.5
SLU 12		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 12		Ritiro	1.2

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	40 di 116

SLU 12		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 12		Variazione termica lineare	0.9
SLU 14	Linear Add	DEAD	1.35
SLU 14		G2	1.5
SLU 14		G2_Barulla in CLS	1.5
SLU 14		Pressione il fronte	1.5
SLU 14		Pressione il dorso	0.9
SLU 14		SPTSX	1.5
SLU 14		SPTDX	0.9
SLU 14		Qvk	1.5
SLU 14		Sovaraccarico mobile	1.45
SLU 14		Ritiro	1.2
SLU 14		Variazione termica uniforme -	0.9
SLU 14		Variazione termica lineare	0.9

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara)  $\rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$   
 Frequente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$   
 Quasi permanente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

SLE_RR_9	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_9		G2	1
SLE_RR_9		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_9		Pressione il fronte	1
SLE_RR_9		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_9		SPTSX	1
SLE_RR_9		SPTDX	1
SLE_RR_9		Qvk	1
SLE_RR_9		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_9		Ritiro	1
SLE_RR_9		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_9		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_1	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_1		G2	1
SLE_RR_1		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_1		Pressione il fronte	1
SLE_RR_1		Pressione il dorso	1
SLE_RR_1		SPTSX	1
SLE_RR_1		SPTDX	1
SLE_RR_1		Qvk	1
SLE_RR_1		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_1		Ritiro	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	41 di 116

SLE_RR_1		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_1		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_2	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_2		G2	1
SLE_RR_2		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_2		Pressione il fronte	1
SLE_RR_2		Pressione il dorso	1
SLE_RR_2		SPTSX	1
SLE_RR_2		SPTDX	1
SLE_RR_2		Qvk	1
SLE_RR_2		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_2		Ritiro	1
SLE_RR_2		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_2		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_3	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_3		G2	1
SLE_RR_3		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_3		Pressione il fronte	1
SLE_RR_3		Pressione il dorso	1
SLE_RR_3		SPTSX	1
SLE_RR_3		SPTDX	0.6
SLE_RR_3		Qvk	1
SLE_RR_3		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_3		Ritiro	1
SLE_RR_3		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_3		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_4	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_4		G2	1
SLE_RR_4		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_4		Pressione il fronte	1
SLE_RR_4		Pressione il dorso	1
SLE_RR_4		SPTSX	1
SLE_RR_4		SPTDX	0.6
SLE_RR_4		Qvk	1
SLE_RR_4		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_4		Ritiro	1
SLE_RR_4		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_4		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_5	Linear Add	DEAD	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	42 di 116

SLE_RR_5		G2	1
SLE_RR_5		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_5		Pressione il fronte	1
SLE_RR_5		Pressione il dorso	1
SLE_RR_5		SPTSX	0.6
SLE_RR_5		SPTDX	1
SLE_RR_5		Qvk	1
SLE_RR_5		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_5		Ritiro	1
SLE_RR_5		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_5		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_6	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_6		G2	1
SLE_RR_6		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_6		Pressione il fronte	1
SLE_RR_6		Pressione il dorso	1
SLE_RR_6		SPTSX	0.6
SLE_RR_6		SPTDX	1
SLE_RR_6		Qvk	1
SLE_RR_6		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_6		Ritiro	1
SLE_RR_6		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_6		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_7	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_7		G2	1
SLE_RR_7		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_7		Pressione il fronte	0.6
SLE_RR_7		Pressione il dorso	1
SLE_RR_7		SPTSX	1
SLE_RR_7		SPTDX	1
SLE_RR_7		Qvk	1
SLE_RR_7		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_7		Ritiro	1
SLE_RR_7		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_7		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_8	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_8		G2	1
SLE_RR_8		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_8		Pressione il fronte	0.6

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	43 di 116

SLE_RR_8		Pressione il dorso	1
SLE_RR_8		SPTSX	1
SLE_RR_8		SPTDX	1
SLE_RR_8		Qvk	1
SLE_RR_8		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_8		Ritiro	1
SLE_RR_8		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_8		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_10	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_10		G2	1
SLE_RR_10		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_10		Pressione il fronte	1
SLE_RR_10		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_10		SPTSX	1
SLE_RR_10		SPTDX	1
SLE_RR_10		Qvk	1
SLE_RR_10		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_10		Ritiro	1
SLE_RR_10		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_10		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_11	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_11		G2	1
SLE_RR_11		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_11		Pressione il fronte	0.6
SLE_RR_11		Pressione il dorso	1
SLE_RR_11		SPTSX	0.6
SLE_RR_11		SPTDX	1
SLE_RR_11		Qvk	1
SLE_RR_11		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_11		Ritiro	1
SLE_RR_11		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_11		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_12	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_12		G2	1
SLE_RR_12		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_12		Pressione il fronte	0.6
SLE_RR_12		Pressione il dorso	1
SLE_RR_12		SPTSX	0.6
SLE_RR_12		SPTDX	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	44 di 116

SLE_RR_12		Qvk	1
SLE_RR_12		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_12		Ritiro	1
SLE_RR_12		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_12		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_13	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_13		G2	1
SLE_RR_13		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_13		Pressione il fronte	1
SLE_RR_13		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_13		SPTSX	1
SLE_RR_13		SPTDX	0.6
SLE_RR_13		Qvk	1
SLE_RR_13		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_13		Ritiro	1
SLE_RR_13		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_13		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_14	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_14		G2	1
SLE_RR_14		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_14		Pressione il fronte	1
SLE_RR_14		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_14		SPTSX	1
SLE_RR_14		SPTDX	0.6
SLE_RR_14		Qvk	1
SLE_RR_14		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_14		Ritiro	1
SLE_RR_14		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_14		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_15	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_15		G2	1
SLE_RR_15		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_15		Pressione il fronte	0.6
SLE_RR_15		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_15		SPTSX	1
SLE_RR_15		SPTDX	1
SLE_RR_15		Qvk	1
SLE_RR_15		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_15		Ritiro	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	45 di 116

SLE_RR_15		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_15		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_16	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_16		G2	1
SLE_RR_16		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_16		Pressione il fronte	0.6
SLE_RR_16		Pressione il dorso	0.6
SLE_RR_16		SPTSX	1
SLE_RR_16		SPTDX	1
SLE_RR_16		Qvk	1
SLE_RR_16		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_16		Ritiro	1
SLE_RR_16		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_16		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_17	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_17		G2	1
SLE_RR_17		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_17		Pressione il fronte	1
SLE_RR_17		Pressione il dorso	1
SLE_RR_17		SPTSX	0.6
SLE_RR_17		SPTDX	0.6
SLE_RR_17		Qvk	1
SLE_RR_17		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_17		Ritiro	1
SLE_RR_17		Variazione termica uniforme +	0.6
SLE_RR_17		Variazione termica lineare	0.6
SLE_RR_18	Linear Add	DEAD	1
SLE_RR_18		G2	1
SLE_RR_18		G2_Barulla in CLS	1
SLE_RR_18		Pressione il fronte	1
SLE_RR_18		Pressione il dorso	1
SLE_RR_18		SPTSX	0.6
SLE_RR_18		SPTDX	0.6
SLE_RR_18		Qvk	1
SLE_RR_18		Sovaraccarico mobile	1
SLE_RR_18		Ritiro	1
SLE_RR_18		Variazione termica uniforme -	0.6
SLE_RR_18		Variazione termica lineare	0.6

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	46 di 116

SLE_FR_1	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_1		G2	1
SLE_FR_1		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_1		Pressione il fronte	1
SLE_FR_1		Pressione il dorso	1
SLE_FR_1		SPTSX	1
SLE_FR_1		SPTDX	1
SLE_FR_1		Qvk	1
SLE_FR_1		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_1		Ritiro	1
SLE_FR_1		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_1		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_2	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_2		G2	1
SLE_FR_2		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_2		Pressione il fronte	1
SLE_FR_2		Pressione il dorso	1
SLE_FR_2		SPTSX	1
SLE_FR_2		SPTDX	1
SLE_FR_2		Qvk	1
SLE_FR_2		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_2		Ritiro	1
SLE_FR_2		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_2		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_3	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_3		G2	1
SLE_FR_3		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_3		Pressione il fronte	1
SLE_FR_3		Pressione il dorso	1
SLE_FR_3		SPTSX	1
SLE_FR_3		SPTDX	0.6
SLE_FR_3		Qvk	1
SLE_FR_3		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_3		Ritiro	1
SLE_FR_3		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_3		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_4	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_4		G2	1
SLE_FR_4		G2_Barulla in CLS	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	47 di 116

SLE_FR_4		Pressione il fronte	1
SLE_FR_4		Pressione il dorso	1
SLE_FR_4		SPTSX	1
SLE_FR_4		SPTDX	0.6
SLE_FR_4		Qvk	1
SLE_FR_4		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_4		Ritiro	1
SLE_FR_4		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_4		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_5	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_5		G2	1
SLE_FR_5		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_5		Pressione il fronte	1
SLE_FR_5		Pressione il dorso	1
SLE_FR_5		SPTSX	0.6
SLE_FR_5		SPTDX	1
SLE_FR_5		Qvk	1
SLE_FR_5		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_5		Ritiro	1
SLE_FR_5		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_5		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_6	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_6		G2	1
SLE_FR_6		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_6		Pressione il fronte	1
SLE_FR_6		Pressione il dorso	1
SLE_FR_6		SPTSX	0.6
SLE_FR_6		SPTDX	1
SLE_FR_6		Qvk	1
SLE_FR_6		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_6		Ritiro	1
SLE_FR_6		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_6		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_7	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_7		G2	1
SLE_FR_7		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_7		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_7		Pressione il dorso	1
SLE_FR_7		SPTSX	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	48 di 116

SLE_FR_7		SPTDX	1
SLE_FR_7		Qvk	1
SLE_FR_7		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_7		Ritiro	1
SLE_FR_7		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_7		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_8	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_8		G2	1
SLE_FR_8		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_8		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_8		Pressione il dorso	1
SLE_FR_8		SPTSX	1
SLE_FR_8		SPTDX	1
SLE_FR_8		Qvk	1
SLE_FR_8		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_8		Ritiro	1
SLE_FR_8		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_8		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_9	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_9		G2	1
SLE_FR_9		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_9		Pressione il fronte	1
SLE_FR_9		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_9		SPTSX	1
SLE_FR_9		SPTDX	1
SLE_FR_9		Qvk	1
SLE_FR_9		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_9		Ritiro	1
SLE_FR_9		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_9		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_10	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_10		G2	1
SLE_FR_10		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_10		Pressione il fronte	1
SLE_FR_10		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_10		SPTSX	1
SLE_FR_10		SPTDX	1
SLE_FR_10		Qvk	1
SLE_FR_10		Sovaraccarico mobile	0.8

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	49 di 116

SLE_FR_10		Ritiro	1
SLE_FR_10		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_10		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_11	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_11		G2	1
SLE_FR_11		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_11		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_11		Pressione il dorso	1
SLE_FR_11		SPTSX	0.6
SLE_FR_11		SPTDX	1
SLE_FR_11		Qvk	1
SLE_FR_11		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_11		Ritiro	1
SLE_FR_11		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_11		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_12	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_12		G2	1
SLE_FR_12		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_12		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_12		Pressione il dorso	1
SLE_FR_12		SPTSX	0.6
SLE_FR_12		SPTDX	1
SLE_FR_12		Qvk	1
SLE_FR_12		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_12		Ritiro	1
SLE_FR_12		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_12		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_13	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_13		G2	1
SLE_FR_13		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_13		Pressione il fronte	1
SLE_FR_13		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_13		SPTSX	1
SLE_FR_13		SPTDX	0.6
SLE_FR_13		Qvk	1
SLE_FR_13		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_13		Ritiro	1
SLE_FR_13		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_13		Variazione termica lineare	0.5

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	50 di 116

SLE_FR_14	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_14		G2	1
SLE_FR_14		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_14		Pressione il fronte	1
SLE_FR_14		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_14		SPTSX	1
SLE_FR_14		SPTDX	0.6
SLE_FR_14		Qvk	1
SLE_FR_14		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_14		Ritiro	1
SLE_FR_14		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_14		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_15	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_15		G2	1
SLE_FR_15		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_15		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_15		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_15		SPTSX	1
SLE_FR_15		SPTDX	1
SLE_FR_15		Qvk	1
SLE_FR_15		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_15		Ritiro	1
SLE_FR_15		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_15		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_16	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_16		G2	1
SLE_FR_16		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_16		Pressione il fronte	0.6
SLE_FR_16		Pressione il dorso	0.6
SLE_FR_16		SPTSX	1
SLE_FR_16		SPTDX	1
SLE_FR_16		Qvk	1
SLE_FR_16		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_16		Ritiro	1
SLE_FR_16		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_16		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_17	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_17		G2	1
SLE_FR_17		G2_Barulla in CLS	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	51 di 116

SLE_FR_17		Pressione il fronte	1
SLE_FR_17		Pressione il dorso	1
SLE_FR_17		SPTSX	0.6
SLE_FR_17		SPTDX	0.6
SLE_FR_17		Qvk	1
SLE_FR_17		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_17		Ritiro	1
SLE_FR_17		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_FR_17		Variazione termica lineare	0.5
SLE_FR_18	Linear Add	DEAD	1
SLE_FR_18		G2	1
SLE_FR_18		G2_Barulla in CLS	1
SLE_FR_18		Pressione il fronte	1
SLE_FR_18		Pressione il dorso	1
SLE_FR_18		SPTSX	0.6
SLE_FR_18		SPTDX	0.6
SLE_FR_18		Qvk	1
SLE_FR_18		Sovaraccarico mobile	0.8
SLE_FR_18		Ritiro	1
SLE_FR_18		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_FR_18		Variazione termica lineare	0.5

SLE_QP_1	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_1		G2	1
SLE_QP_1		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_1		Pressione il fronte	1
SLE_QP_1		Pressione il dorso	1
SLE_QP_1		SPTSX	1
SLE_QP_1		SPTDX	1
SLE_QP_1		Qvk	1
SLE_QP_1		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_1		Ritiro	1
SLE_QP_1		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_1		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_2	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_2		G2	1
SLE_QP_2		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_2		Pressione il fronte	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	52 di 116

SLE_QP_2		Pressione il dorso	1
SLE_QP_2		SPTSX	1
SLE_QP_2		SPTDX	1
SLE_QP_2		Qvk	1
SLE_QP_2		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_2		Ritiro	1
SLE_QP_2		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_2		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_3	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_3		G2	1
SLE_QP_3		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_3		Pressione il fronte	1
SLE_QP_3		Pressione il dorso	1
SLE_QP_3		SPTSX	1
SLE_QP_3		SPTDX	0.6
SLE_QP_3		Qvk	1
SLE_QP_3		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_3		Ritiro	1
SLE_QP_3		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_3		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_4	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_4		G2	1
SLE_QP_4		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_4		Pressione il fronte	1
SLE_QP_4		Pressione il dorso	1
SLE_QP_4		SPTSX	1
SLE_QP_4		SPTDX	0.6
SLE_QP_4		Qvk	1
SLE_QP_4		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_4		Ritiro	1
SLE_QP_4		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_4		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_5	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_5		G2	1
SLE_QP_5		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_5		Pressione il fronte	1
SLE_QP_5		Pressione il dorso	1
SLE_QP_5		SPTSX	0.6
SLE_QP_5		SPTDX	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	53 di 116

SLE_QP_5		Qvk	1
SLE_QP_5		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_5		Ritiro	1
SLE_QP_5		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_5		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_6	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_6		G2	1
SLE_QP_6		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_6		Pressione il fronte	1
SLE_QP_6		Pressione il dorso	1
SLE_QP_6		SPTSX	0.6
SLE_QP_6		SPTDX	1
SLE_QP_6		Qvk	1
SLE_QP_6		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_6		Ritiro	1
SLE_QP_6		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_6		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_7	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_7		G2	1
SLE_QP_7		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_7		Pressione il fronte	0.6
SLE_QP_7		Pressione il dorso	1
SLE_QP_7		SPTSX	1
SLE_QP_7		SPTDX	1
SLE_QP_7		Qvk	1
SLE_QP_7		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_7		Ritiro	1
SLE_QP_7		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_7		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_8	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_8		G2	1
SLE_QP_8		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_8		Pressione il fronte	0.6
SLE_QP_8		Pressione il dorso	1
SLE_QP_8		SPTSX	1
SLE_QP_8		SPTDX	1
SLE_QP_8		Qvk	1
SLE_QP_8		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_8		Ritiro	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	54 di 116

SLE_QP_8		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_8		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_9	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_9		G2	1
SLE_QP_9		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_9		Pressione il fronte	1
SLE_QP_9		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_9		SPTSX	1
SLE_QP_9		SPTDX	1
SLE_QP_9		Qvk	1
SLE_QP_9		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_9		Ritiro	1
SLE_QP_9		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_9		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_10	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_10		G2	1
SLE_QP_10		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_10		Pressione il fronte	1
SLE_QP_10		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_10		SPTSX	1
SLE_QP_10		SPTDX	1
SLE_QP_10		Qvk	1
SLE_QP_10		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_10		Ritiro	1
SLE_QP_10		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_10		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_11	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_11		G2	1
SLE_QP_11		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_11		Pressione il fronte	0.6
SLE_QP_11		Pressione il dorso	1
SLE_QP_11		SPTSX	0.6
SLE_QP_11		SPTDX	1
SLE_QP_11		Qvk	1
SLE_QP_11		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_11		Ritiro	1
SLE_QP_11		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_11		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_12	Linear Add	DEAD	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	55 di 116

SLE_QP_12		G2	1
SLE_QP_12		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_12		Pressione il fronte	0.6
SLE_QP_12		Pressione il dorso	1
SLE_QP_12		SPTSX	0.6
SLE_QP_12		SPTDX	1
SLE_QP_12		Qvk	1
SLE_QP_12		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_12		Ritiro	1
SLE_QP_12		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_12		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_13	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_13		G2	1
SLE_QP_13		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_13		Pressione il fronte	1
SLE_QP_13		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_13		SPTSX	1
SLE_QP_13		SPTDX	0.6
SLE_QP_13		Qvk	1
SLE_QP_13		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_13		Ritiro	1
SLE_QP_13		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_13		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_14	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_14		G2	1
SLE_QP_14		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_14		Pressione il fronte	1
SLE_QP_14		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_14		SPTSX	1
SLE_QP_14		SPTDX	0.6
SLE_QP_14		Qvk	1
SLE_QP_14		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_14		Ritiro	1
SLE_QP_14		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_14		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_15	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_15		G2	1
SLE_QP_15		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_15		Pressione il fronte	0.6

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	56 di 116

SLE_QP_15		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_15		SPTSX	1
SLE_QP_15		SPTDX	1
SLE_QP_15		Qvk	1
SLE_QP_15		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_15		Ritiro	1
SLE_QP_15		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_15		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_16	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_16		G2	1
SLE_QP_16		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_16		Pressione il fronte	0.6
SLE_QP_16		Pressione il dorso	0.6
SLE_QP_16		SPTSX	1
SLE_QP_16		SPTDX	1
SLE_QP_16		Qvk	1
SLE_QP_16		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_16		Ritiro	1
SLE_QP_16		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_16		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_17	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_17		G2	1
SLE_QP_17		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_17		Pressione il fronte	1
SLE_QP_17		Pressione il dorso	1
SLE_QP_17		SPTSX	0.6
SLE_QP_17		SPTDX	0.6
SLE_QP_17		Qvk	1
SLE_QP_17		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_17		Ritiro	1
SLE_QP_17		Variazione termica uniforme +	0.5
SLE_QP_17		Variazione termica lineare	0.5
SLE_QP_18	Linear Add	DEAD	1
SLE_QP_18		G2	1
SLE_QP_18		G2_Barulla in CLS	1
SLE_QP_18		Pressione il fronte	1
SLE_QP_18		Pressione il dorso	1
SLE_QP_18		SPTSX	0.6
SLE_QP_18		SPTDX	0.6

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	57 di 116

SLE_QP_18		Qvk	1
SLE_QP_18		Sovaraccarico mobile	0.2
SLE_QP_18		Ritiro	1
SLE_QP_18		Variazione termica uniforme -	0.5
SLE_QP_18		Variazione termica lineare	0.5

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Combinazione sismica  $\rightarrow E+G_1+G_2+\sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

E 1	Linear Add	DEAD	1
E 1		G2	1
E 1		G2_Barulla in CLS	1
E 1		Pressione il fronte	1
E 1		Pressione il dorso	1
E 1		SPTSX	1
E 1		SPTDX	1
E 1		Qvk	1
E 1		Sovaraccarico mobile	0.2
E 1		Ritiro	0
E 1		Variazione termica uniforme +	0.5
E 1		Sisma_Z	0.3
E 1		Sisma_X	1
E 1		Sisma_Y	0.3
E 1		Variazione termica lineare	0.5
E 2	Linear Add	DEAD	1
E 2		G2	1
E 2		G2_Barulla in CLS	1
E 2		Pressione il fronte	1
E 2		Pressione il dorso	1
E 2		SPTSX	1
E 2		SPTDX	1
E 2		Qvk	1
E 2		Sovaraccarico mobile	0.2
E 2		Ritiro	0
E 2		Variazione termica uniforme -	0.5
E 2		Sisma_Z	0.3
E 2		Sisma_X	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	58 di 116

E 2		Sisma_Y	0.3
E 2		Variazione termica lineare	0.5
E 3	Linear Add	DEAD	1
E 3		G2	1
E 3		G2_Barulla in CLS	1
E 3		Pressione il fronte	1
E 3		Pressione il dorso	1
E 3		SPTSX	1
E 3		SPTDX	1
E 3		Qvk	1
E 3		Sovaraccarico mobile	0.2
E 3		Ritiro	0
E 3		Variazione termica uniforme +	0.5
E 3		Sisma_Z	0.3
E 3		Sisma_X	0.3
E 3		Sisma_Y	1
E 3		Variazione termica lineare	0.5
E 4	Linear Add	DEAD	1
E 4		G2	1
E 4		G2_Barulla in CLS	1
E 4		Pressione il fronte	1
E 4		Pressione il dorso	1
E 4		SPTSX	1
E 4		SPTDX	1
E 4		Qvk	1
E 4		Sovaraccarico mobile	0.2
E 4		Ritiro	0
E 4		Variazione termica uniforme -	0.5
E 4		Sisma_Z	0.3
E 4		Sisma_X	0.3
E 4		Sisma_Y	1
E 4		Variazione termica lineare	0.5
E 5	Linear Add	DEAD	1
E 5		G2	1
E 5		G2_Barulla in CLS	1
E 5		Pressione il fronte	1
E 5		Pressione il dorso	1
E 5		SPTSX	1
E 5		SPTDX	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	59 di 116

E 5		Qvk	1
E 5		Sovaraccarico mobile	0.2
E 5		Ritiro	0
E 5		Variazione termica uniforme +	0.5
E 5		Sisma_Z	-0.3
E 5		Sisma_X	1
E 5		Sisma_Y	0.3
E 5		Variazione termica lineare	0.5
E 6	Linear Add	DEAD	1
E 6		G2	1
E 6		G2_Barulla in CLS	1
E 6		Pressione il fronte	1
E 6		Pressione il dorso	1
E 6		SPTSX	1
E 6		SPTDX	1
E 6		Qvk	1
E 6		Sovaraccarico mobile	0.2
E 6		Ritiro	0
E 6		Variazione termica uniforme -	0.5
E 6		Sisma_Z	-0.3
E 6		Sisma_X	1
E 6		Sisma_Y	0.3
E 6		Variazione termica lineare	0.5
E 7	Linear Add	DEAD	1
E 7		G2	1
E 7		G2_Barulla in CLS	1
E 7		Pressione il fronte	1
E 7		Pressione il dorso	1
E 7		SPTSX	1
E 7		SPTDX	1
E 7		Qvk	1
E 7		Sovaraccarico mobile	0.2
E 7		Ritiro	0
E 7		Variazione termica uniforme +	0.5
E 7		Sisma_Z	-0.3
E 7		Sisma_X	0.3
E 7		Sisma_Y	1
E 7		Variazione termica lineare	0.5
E 8	Linear Add	DEAD	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	60 di 116

E 8		G2	1
E 8		G2_Barulla in CLS	1
E 8		Pressione il fronte	1
E 8		Pressione il dorso	1
E 8		SPTSX	1
E 8		SPTDX	1
E 8		Qvk	1
E 8		Sovaraccarico mobile	0.2
E 8		Ritiro	0
E 8		Variazione termica uniforme -	0.5
E 8		Sisma_Z	-0.3
E 8		Sisma_X	0.3
E 8		Sisma_Y	1
E 8		Variazione termica lineare	0.5
E 9	Linear Add	DEAD	1
E 9		G2	1
E 9		G2_Barulla in CLS	1
E 9		Pressione il fronte	1
E 9		Pressione il dorso	1
E 9		SPTSX	1
E 9		SPTDX	1
E 9		Qvk	1
E 9		Sovaraccarico mobile	0.2
E 9		Ritiro	0
E 9		Variazione termica uniforme +	0.5
E 9		Sisma_Z	0.3
E 9		Sisma_X	1
E 9		Sisma_Y	-0.3
E 9		Variazione termica lineare	0.5
E 10	Linear Add	DEAD	1
E 10		G2	1
E 10		G2_Barulla in CLS	1
E 10		Pressione il fronte	1
E 10		Pressione il dorso	1
E 10		SPTSX	1
E 10		SPTDX	1
E 10		Qvk	1
E 10		Sovaraccarico mobile	0.2
E 10		Ritiro	0

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	61 di 116

E 10		Variazione termica uniforme -	0.5
E 10		Sisma_Z	0.3
E 10		Sisma_X	1
E 10		Sisma_Y	-0.3
E 10		Variazione termica lineare	0.5
E 11	Linear Add	DEAD	1
E 11		G2	1
E 11		G2_Barulla in CLS	1
E 11		Pressione il fronte	1
E 11		Pressione il dorso	1
E 11		SPTSX	1
E 11		SPTDX	1
E 11		Qvk	1
E 11		Sovaraccarico mobile	0.2
E 11		Ritiro	0
E 11		Variazione termica uniforme +	0.5
E 11		Sisma_Z	0.3
E 11		Sisma_X	0.3
E 11		Sisma_Y	-1
E 11		Variazione termica lineare	0.5
E 12	Linear Add	DEAD	1
E 12		G2	1
E 12		G2_Barulla in CLS	1
E 12		Pressione il fronte	1
E 12		Pressione il dorso	1
E 12		SPTSX	1
E 12		SPTDX	1
E 12		Qvk	1
E 12		Sovaraccarico mobile	0.2
E 12		Ritiro	0
E 12		Variazione termica uniforme -	0.5
E 12		Sisma_Z	0.3
E 12		Sisma_X	0.3
E 12		Sisma_Y	-1
E 12		Variazione termica lineare	0.5
E 13	Linear Add	DEAD	1
E 13		G2	1
E 13		G2_Barulla in CLS	1
E 13		Pressione il fronte	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	62 di 116

E 13		Pressione il dorso	1
E 13		SPTSX	1
E 13		SPTDX	1
E 13		Qvk	1
E 13		Sovaraccarico mobile	0.2
E 13		Ritiro	0
E 13		Variazione termica uniforme +	0.5
E 13		Sisma_Z	0.3
E 13		Sisma_X	-1
E 13		Sisma_Y	0.3
E 13		Variazione termica lineare	0.5
E 14	Linear Add	DEAD	1
E 14		G2	1
E 14		G2_Barulla in CLS	1
E 14		Pressione il fronte	1
E 14		Pressione il dorso	1
E 14		SPTSX	1
E 14		SPTDX	1
E 14		Qvk	1
E 14		Sovaraccarico mobile	0.2
E 14		Ritiro	0
E 14		Variazione termica uniforme -	0.5
E 14		Sisma_Z	0.3
E 14		Sisma_X	-1
E 14		Sisma_Y	0.3
E 14		Variazione termica lineare	0.5
E 15	Linear Add	DEAD	1
E 15		G2	1
E 15		G2_Barulla in CLS	1
E 15		Pressione il fronte	1
E 15		Pressione il dorso	1
E 15		SPTSX	1
E 15		SPTDX	1
E 15		Qvk	1
E 15		Sovaraccarico mobile	0.2
E 15		Ritiro	0
E 15		Variazione termica uniforme +	0.5
E 15		Sisma_Z	0.3
E 15		Sisma_X	-0.3

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	63 di 116

E 15		Sisma_Y	1
E 15		Variazione termica lineare	0.5
E 16	Linear Add	DEAD	1
E 16		G2	1
E 16		G2_Barulla in CLS	1
E 16		Pressione il fronte	1
E 16		Pressione il dorso	1
E 16		SPTSX	1
E 16		SPTDX	1
E 16		Qvk	1
E 16		Sovaraccarico mobile	0.2
E 16		Ritiro	0
E 16		Variazione termica uniforme -	0.5
E 16		Sisma_Z	0.3
E 16		Sisma_X	-0.3
E 16		Sisma_Y	1
E 16		Variazione termica lineare	0.5
E 17	Linear Add	DEAD	1
E 17		G2	1
E 17		G2_Barulla in CLS	1
E 17		Pressione il fronte	1
E 17		Pressione il dorso	1
E 17		SPTSX	1
E 17		SPTDX	1
E 17		Qvk	1
E 17		Sovaraccarico mobile	0.2
E 17		Ritiro	0
E 17		Variazione termica uniforme +	0.5
E 17		Sisma_Z	1
E 17		Sisma_X	0.3
E 17		Sisma_Y	0.3
E 17		Variazione termica lineare	0.5
E 18	Linear Add	DEAD	1
E 18		G2	1
E 18		G2_Barulla in CLS	1
E 18		Pressione il fronte	1
E 18		Pressione il dorso	1
E 18		SPTSX	1
E 18		SPTDX	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	64 di 116

E 18		Qvk	1
E 18		Sovaraccarico mobile	0.2
E 18		Ritiro	0
E 18		Variazione termica uniforme -	0.5
E 18		Sisma_Z	1
E 18		Sisma_X	0.3
E 18		Sisma_Y	0.3
E 18		Variazione termica lineare	0.5
E 19	Linear Add	DEAD	1
E 19		G2	1
E 19		G2_Barulla in CLS	1
E 19		Pressione il fronte	1
E 19		Pressione il dorso	1
E 19		SPTSX	1
E 19		SPTDX	1
E 19		Qvk	1
E 19		Sovaraccarico mobile	0.2
E 19		Ritiro	0
E 19		Variazione termica uniforme +	0.5
E 19		Sisma_Z	-1
E 19		Sisma_X	0.3
E 19		Sisma_Y	0.3
E 19		Variazione termica lineare	0.5
E 20	Linear Add	DEAD	1
E 20		G2	1
E 20		G2_Barulla in CLS	1
E 20		Pressione il fronte	1
E 20		Pressione il dorso	1
E 20		SPTSX	1
E 20		SPTDX	1
E 20		Qvk	1
E 20		Sovaraccarico mobile	0.2
E 20		Ritiro	0
E 20		Variazione termica uniforme -	0.5
E 20		Sisma_Z	-1
E 20		Sisma_X	0.3
E 20		Sisma_Y	0.3
E 20		Variazione termica lineare	0.5
E 21	Linear Add	DEAD	1

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	65 di 116

E 21		G2	1
E 21		G2_Barulla in CLS	1
E 21		Pressione il fronte	1
E 21		Pressione il dorso	1
E 21		SPTSX	1
E 21		SPTDX	1
E 21		Qvk	1
E 21		Sovaraccarico mobile	0.2
E 21		Ritiro	0
E 21		Variazione termica uniforme +	0.5
E 21		Sisma_Z	1
E 21		Sisma_X	0.3
E 21		Sisma_Y	-0.3
E 21		Variazione termica lineare	0.5
E 22	Linear Add	DEAD	1
E 22		G2	1
E 22		G2_Barulla in CLS	1
E 22		Pressione il fronte	1
E 22		Pressione il dorso	1
E 22		SPTSX	1
E 22		SPTDX	1
E 22		Qvk	1
E 22		Sovaraccarico mobile	0.2
E 22		Ritiro	0
E 22		Variazione termica uniforme -	0.5
E 22		Sisma_Z	1
E 22		Sisma_X	0.3
E 22		Sisma_Y	-0.3
E 22		Variazione termica lineare	0.5
E 23	Linear Add	DEAD	1
E 23		G2	1
E 23		G2_Barulla in CLS	1
E 23		Pressione il fronte	1
E 23		Pressione il dorso	1
E 23		SPTSX	1
E 23		SPTDX	1
E 23		Qvk	1
E 23		Sovaraccarico mobile	0.2
E 23		Ritiro	0

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	66 di 116

E 23		Variazione termica uniforme +	0.5
E 23		Sisma_Z	1
E 23		Sisma_X	-0.3
E 23		Sisma_Y	0.3
E 23		Variazione termica lineare	0.5
E 24	Linear Add	DEAD	1
E 24		G2	1
E 24		G2_Barulla in CLS	1
E 24		Pressione il fronte	1
E 24		Pressione il dorso	1
E 24		SPTSX	1
E 24		SPTDX	1
E 24		Qvk	1
E 24		Sovaraccarico mobile	0.2
E 24		Ritiro	0
E 24		Variazione termica uniforme -	0.5
E 24		Sisma_Z	1
E 24		Sisma_X	-0.3
E 24		Sisma_Y	0.3
E 24		Variazione termica lineare	0.5

Dove il significato delle grandezze in tabella è il seguente:

- SLU: Combinazione di carico all stato limite ultimo
- SLE: Combinazione di carico all stato limite di esercizio
- g1: peso proprio elementi strutturali
- g2: pesi permanenti non strutturali
- SPT: spinta statica del terreno
- Pressione il fronte: spinta statica del terreno
- Pressione il dorso: spinta statica del terreno
- Sovaraccarico mobile: carico verticale accidentale del traffico
- QV: carico verticale per installazioni
- SPACC: spinta sul piedritto sinistro dovuta al carico accidentale del treno
- TERM: variazione termica
- RITIRO E VISCOSITA': deformazione totale da ritiro

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	67 di 116

- Sisma X: forza sismica orizzontale in X direzione
- Sisma Y: forza sismica orizzontale in Y direzione
- Sisma Z: forza sismica verticale
- W: spinta sismica del terreno

## 10 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del SAP2000, un Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method) capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Convenzione assi

x = asse trasversale dello scatolare

y = asse longitudinale dello scatolare

z = asse verticale dello scatolare

### 10.1 Modellazione adottata

Il modello di calcolo è tridimensionale e ottenuto discretizzando la struttura con elementi finiti piani di piastra. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione vengono inserite **molle alla Winkler**.

sezione tipo n°	TIPOLOGIA	b [m]	h [m]	B [m]	H [m]	Spied,sx [m]	Spied,dx [m]	Ssol,sup [m]	Ssol,inf [m]
4	Tombino rettangolare	5.00	3.20	6.20	7.45	0.60	0.60	0.60	0.80

La fondazione è appoggiata su un insieme di molle elastiche che simulano la risposta del terreno di fondazione sottostante (molle alla Winkler calibrate sul modello geotecnico del terreno).

Il coefficiente di Winkler verticale è stato valutato secondo la relazione di Vesic (1965) che propone la seguente formula:

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[3]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

dove:

E = 20 MPa

modulo elastico del terreno

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	69 di 116

$\nu = 0.3$                       coefficiente di poisson  
 $B = 1\text{m}$                       larghezza unitaria della fondazione  
 $h = 0.8\text{ m}$                     spessore della fondazione  
 $J = 0.042667\text{ m}^4$             inerzia trave  
 $K_w = 10\ 000\text{kN/m}^3$         coefficiente di sottofondo alla Winkler.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno struttura.

Per la rigidezza delle molle, nel caso in esame, si assume un valore del modulo di reazione verticale  $K_s=10\ 000\text{ kN/m}^3$ .

3-D View

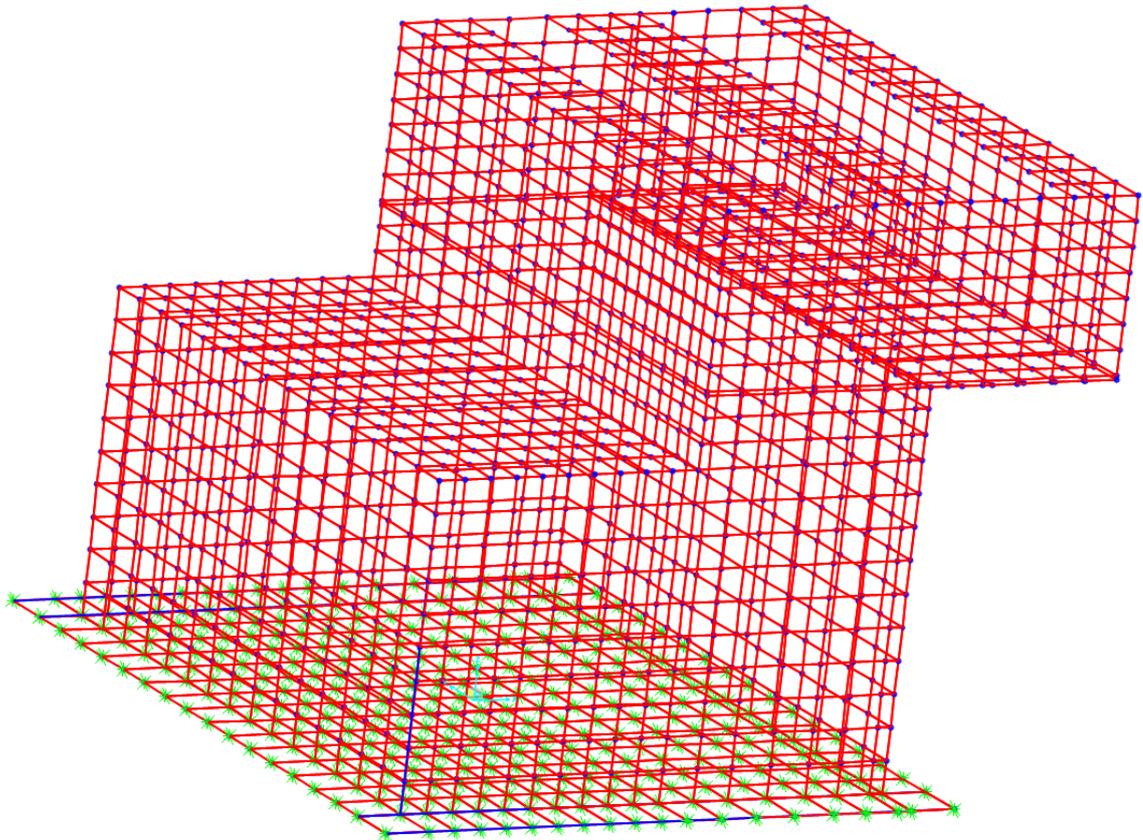


Figura 11 – Modellazione EF

## 10.2 Risultati analisi strutturale

### 10.2.1 Solette superior/inferiore – spessore 0.30m, 0.40m, 0.60m e 0.80m

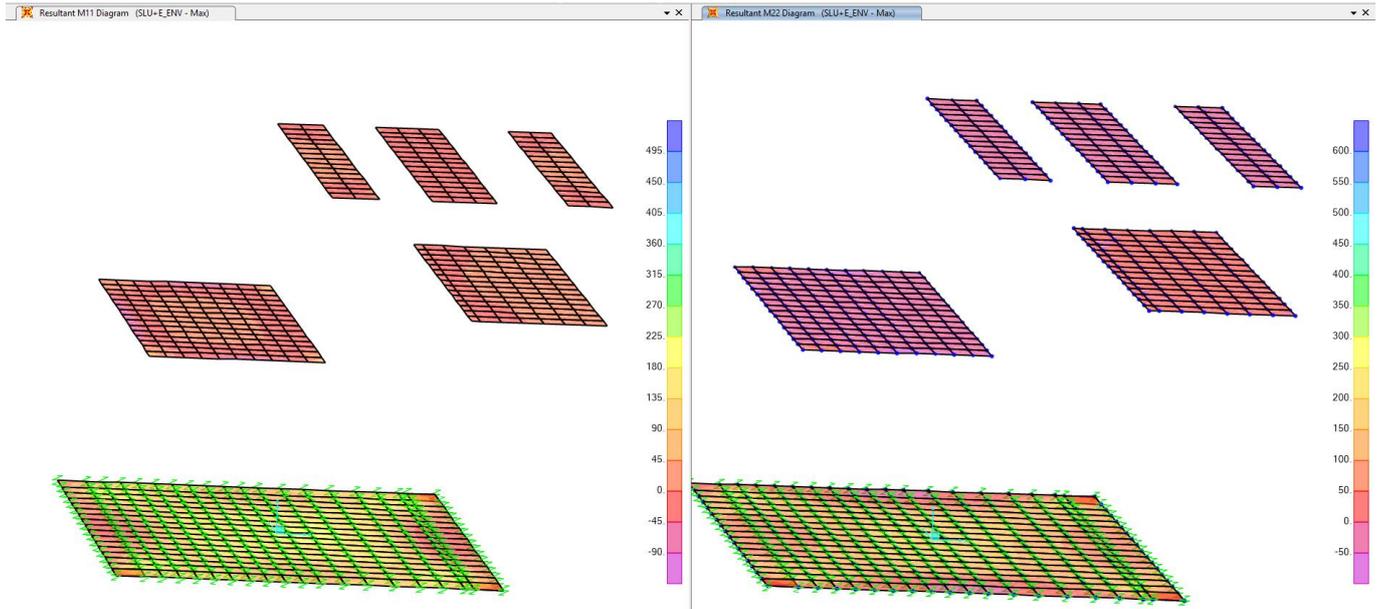


Figura 12 – M11/M22 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi

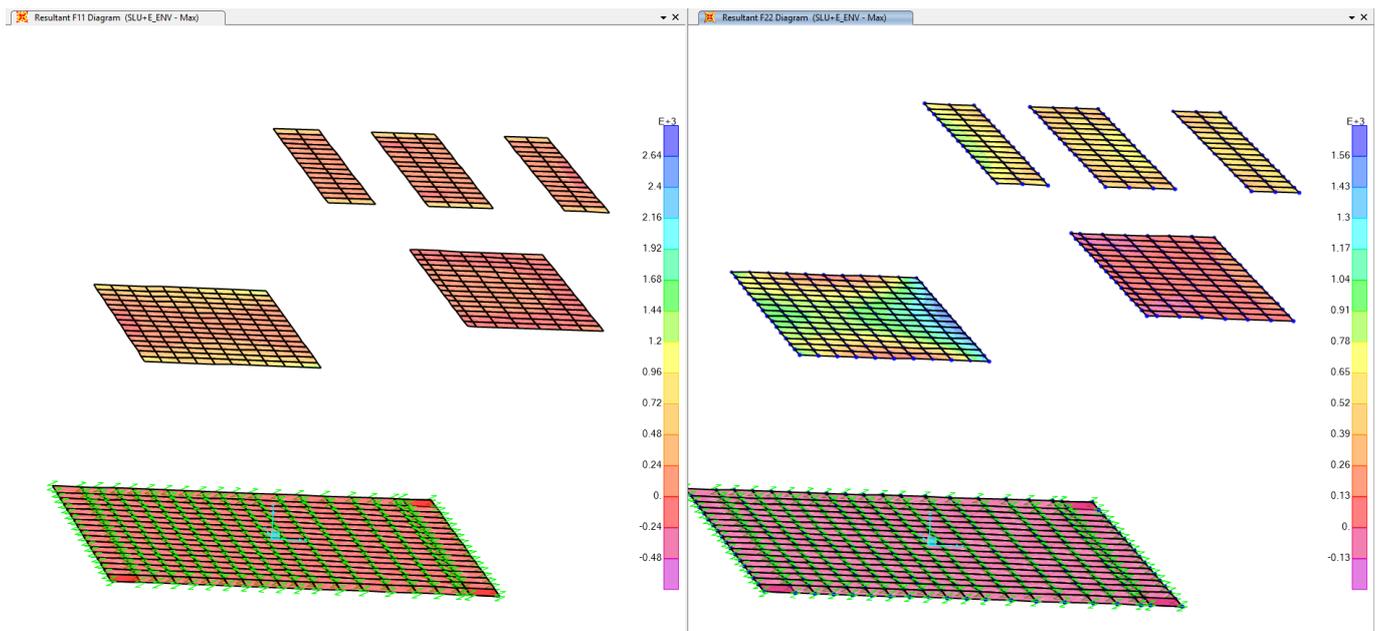
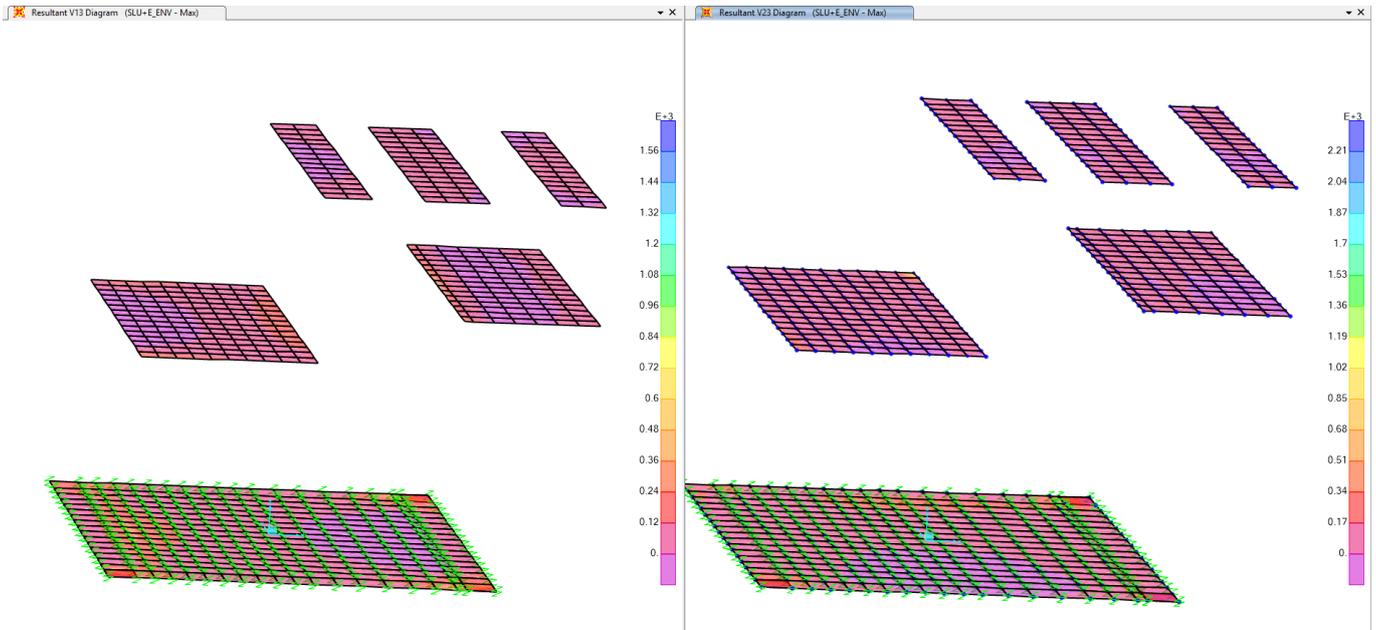
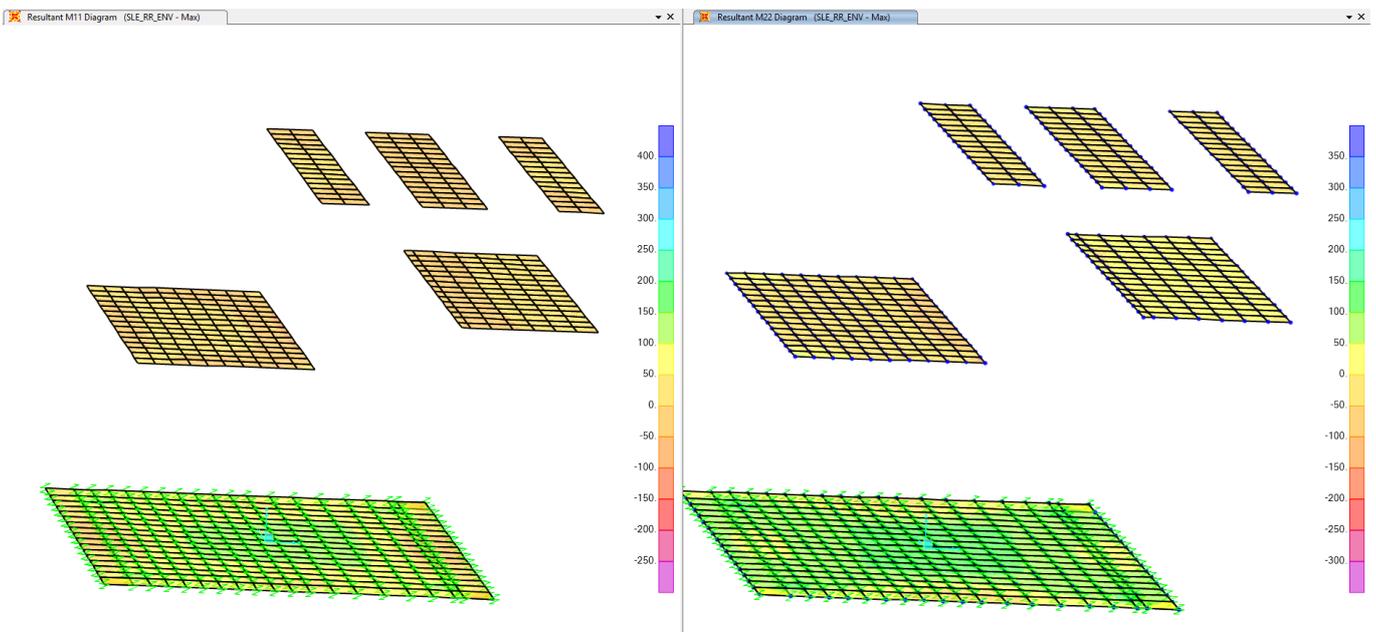


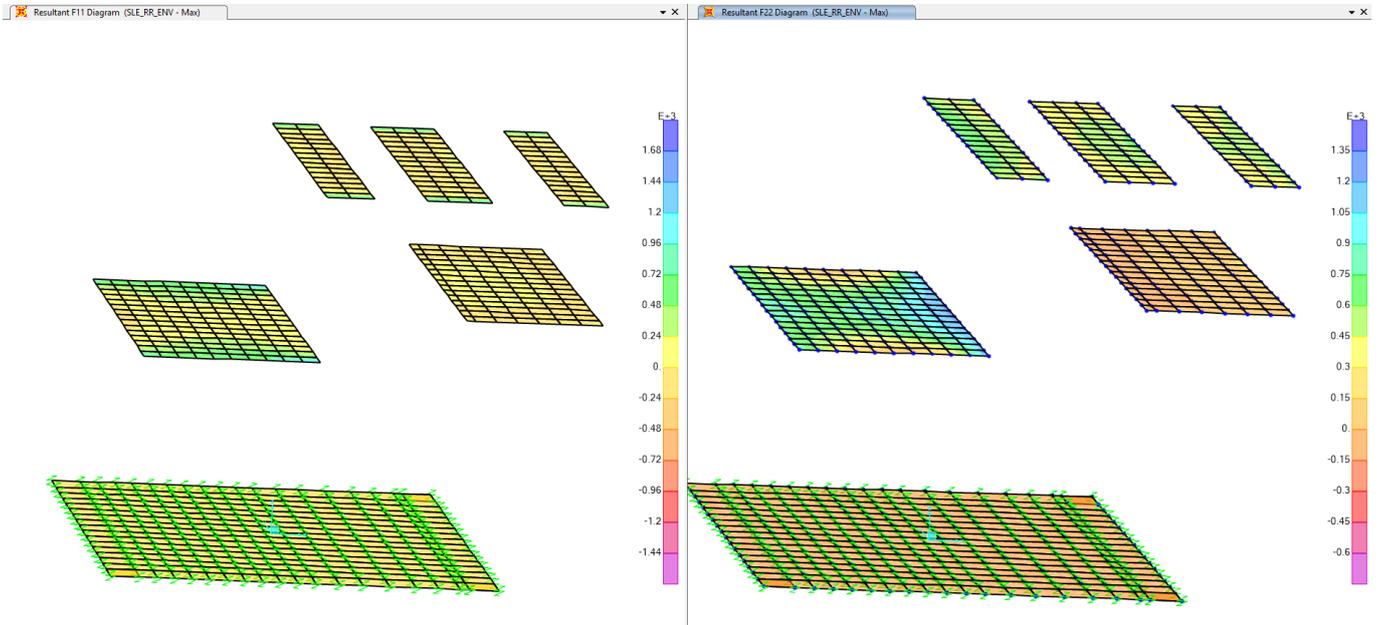
Figura 13 – F11/F22 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi



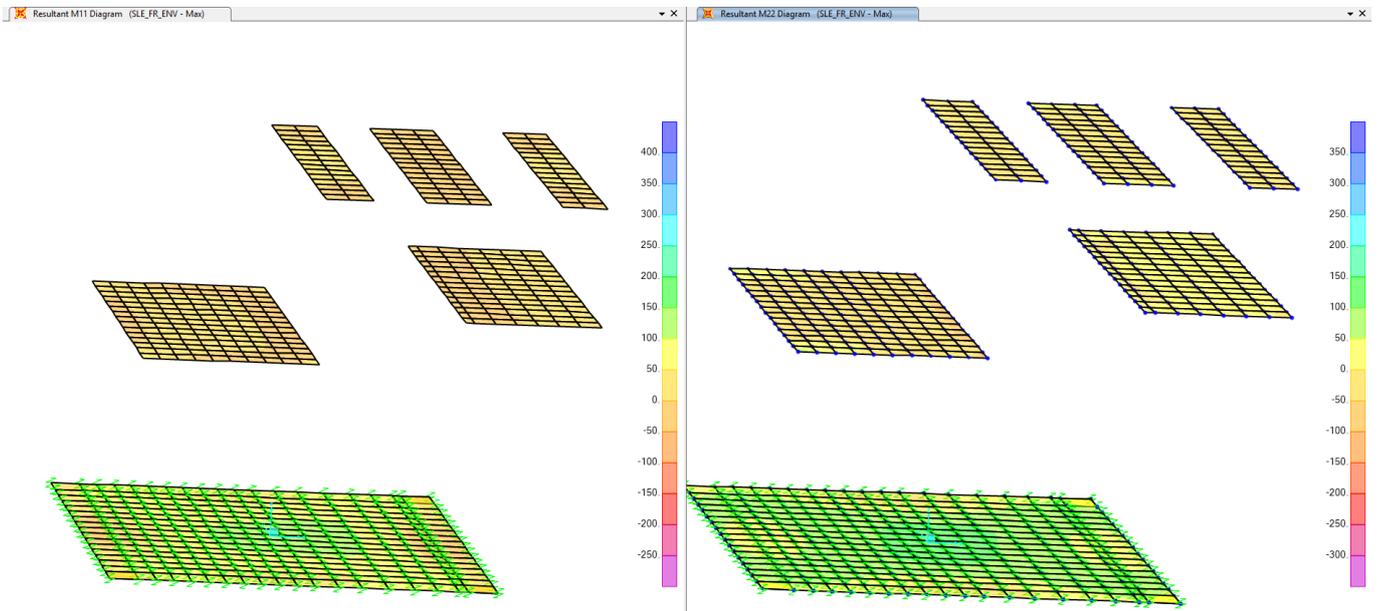
*Figura 14 – V13/V23 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi*



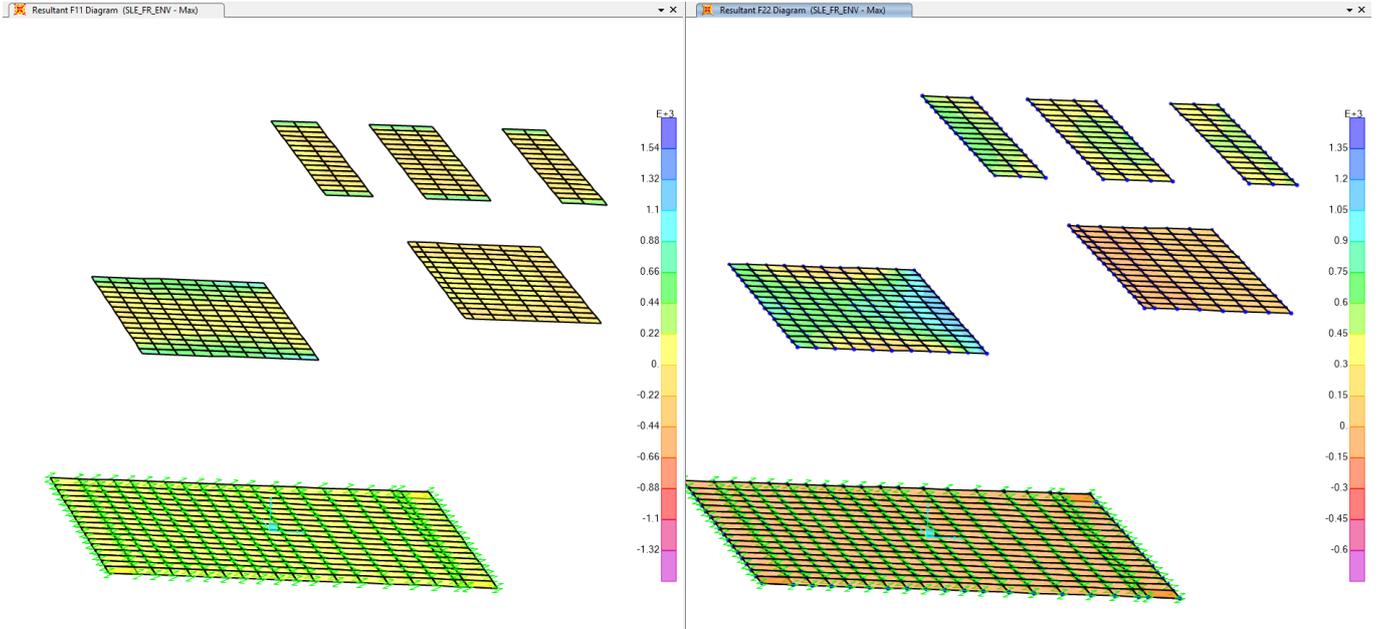
*Figura 15 – M11/M22 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio rara*



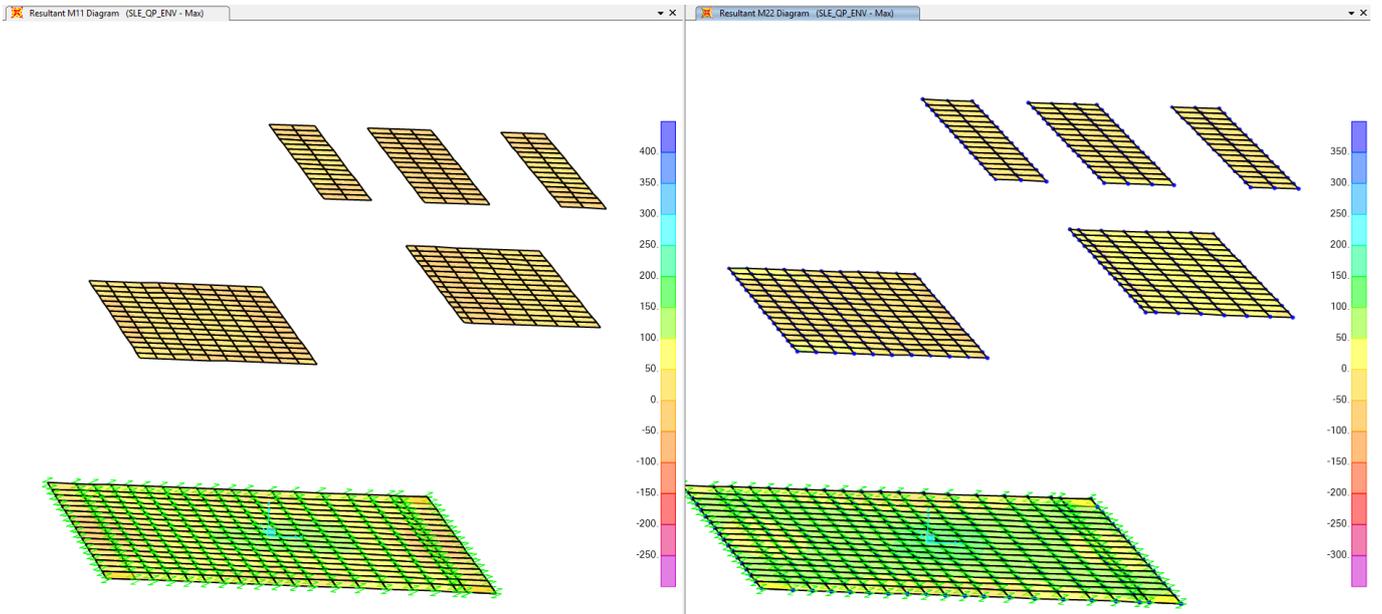
*Figura 16 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite di Esercizio rara*



*Figura 17 – M11/M22- Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 18– F11/F22 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 19 – M11/M22 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite di Esercizio quasi permanente*

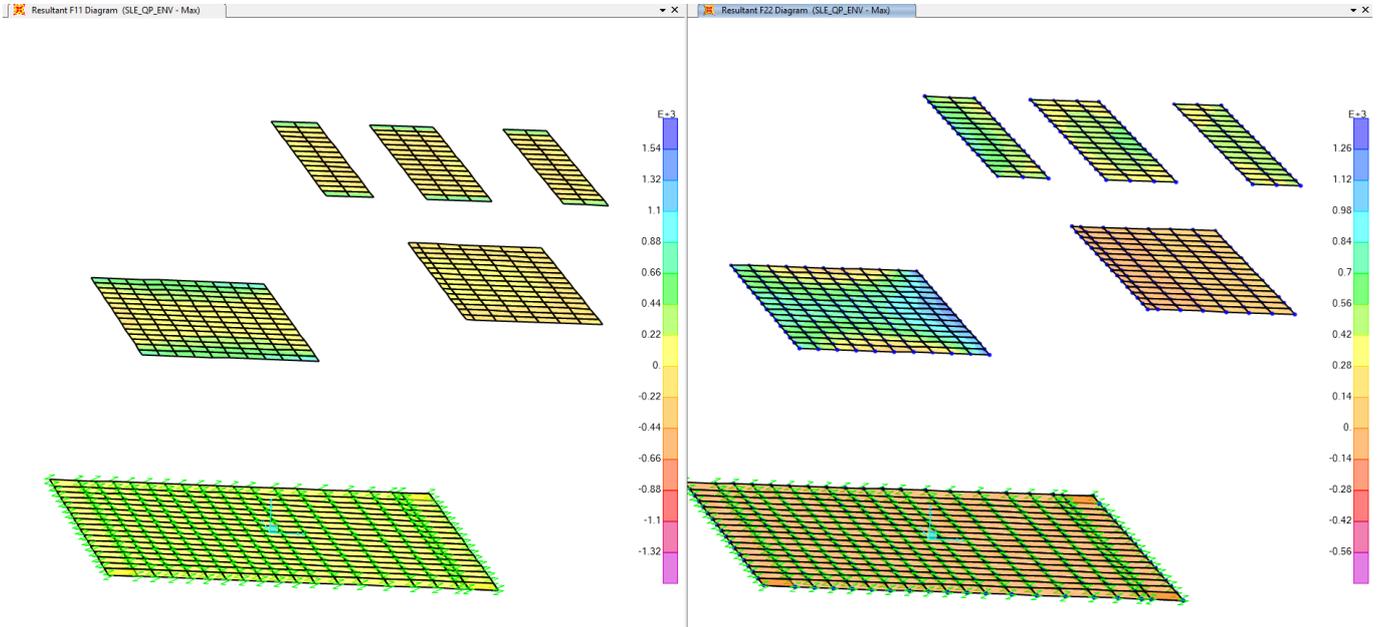


Figura 20 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio quasi permanente

### 10.2.2 Piedritti sinistra/destra – spessore 0.30m e 0.60m

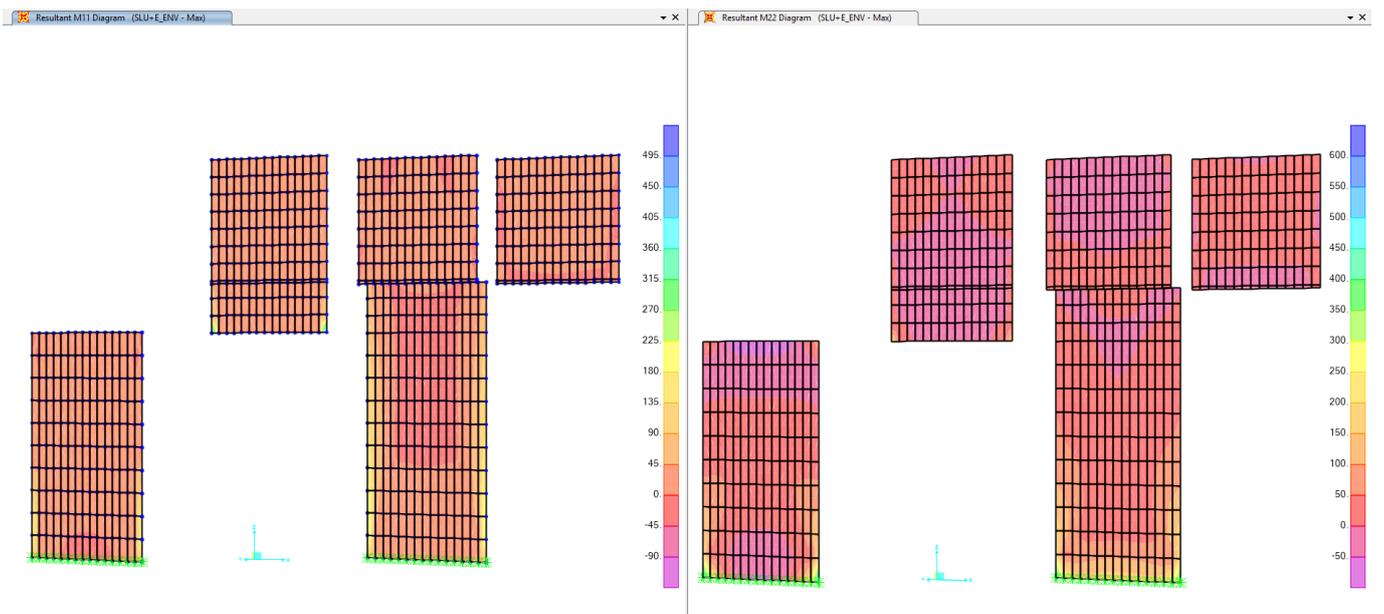
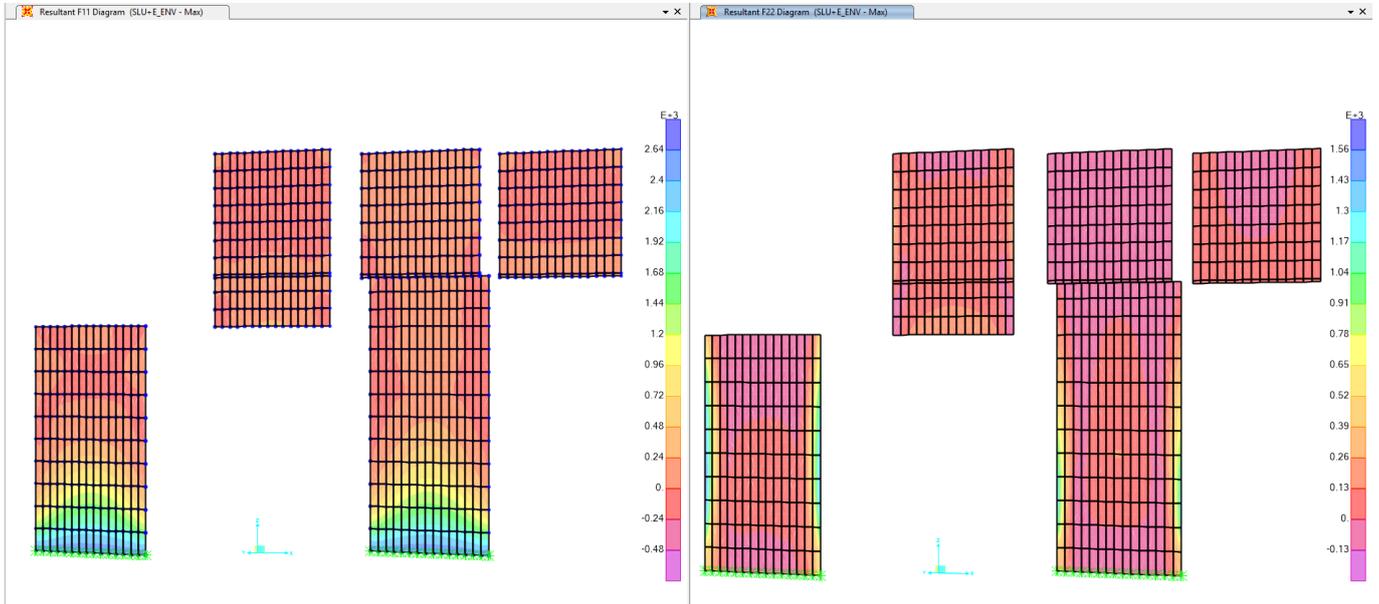
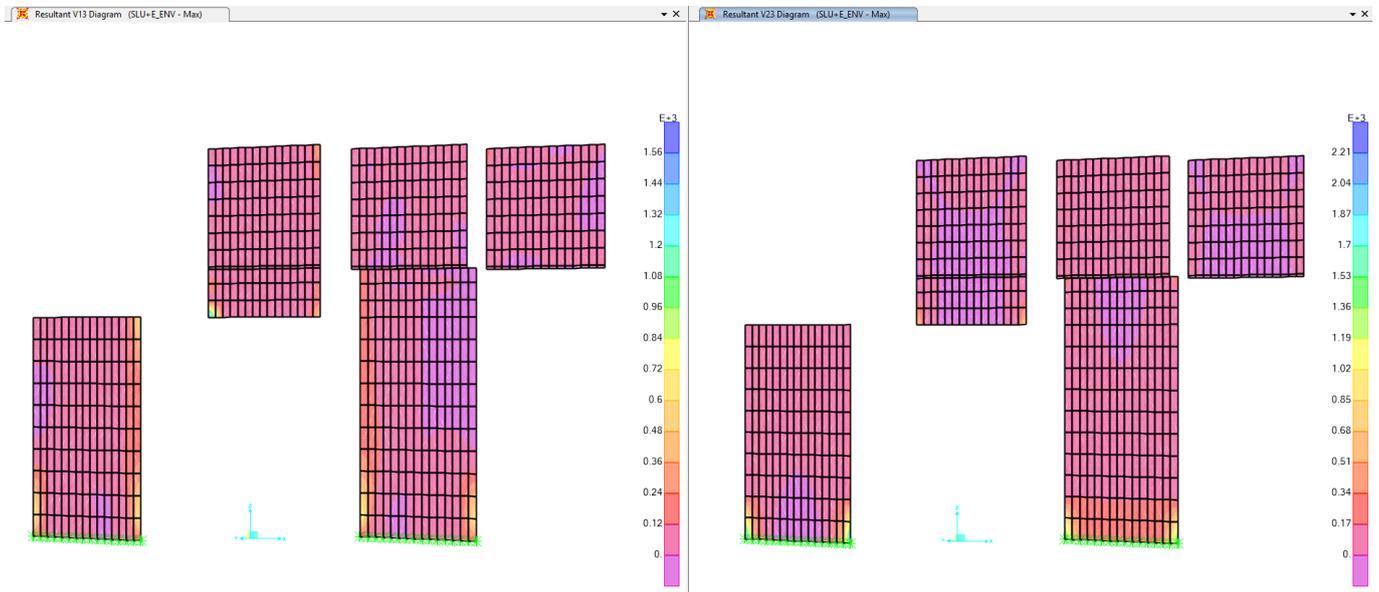


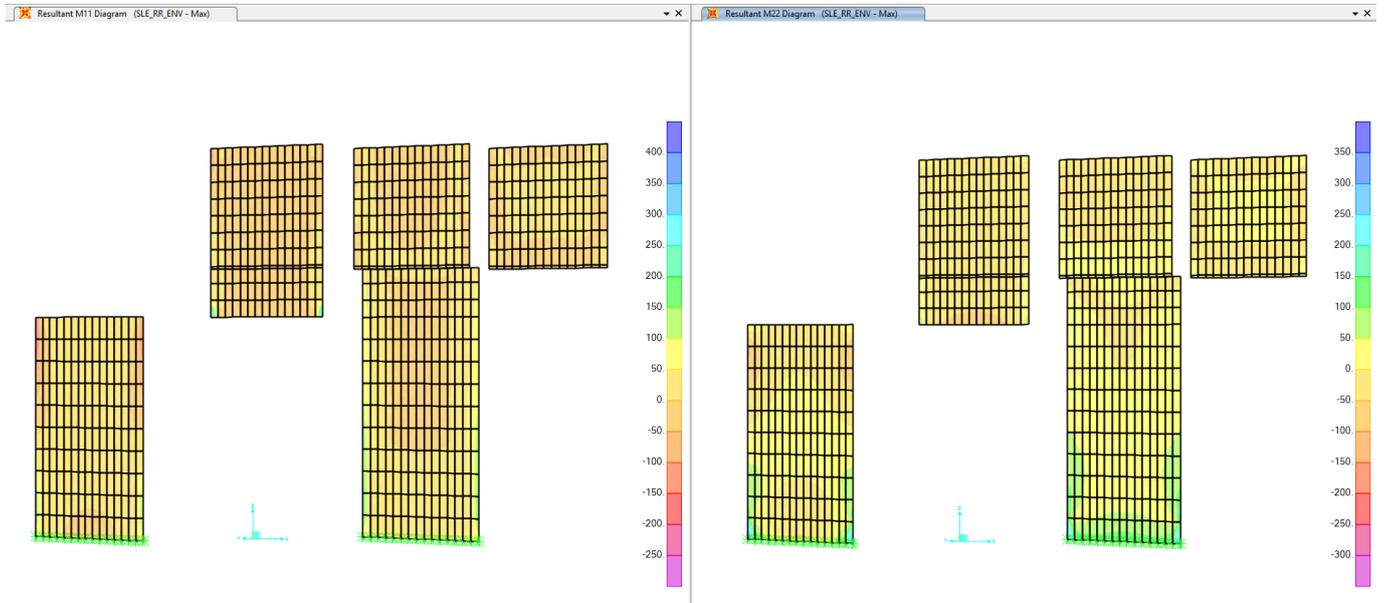
Figura 21 – M11/M22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi



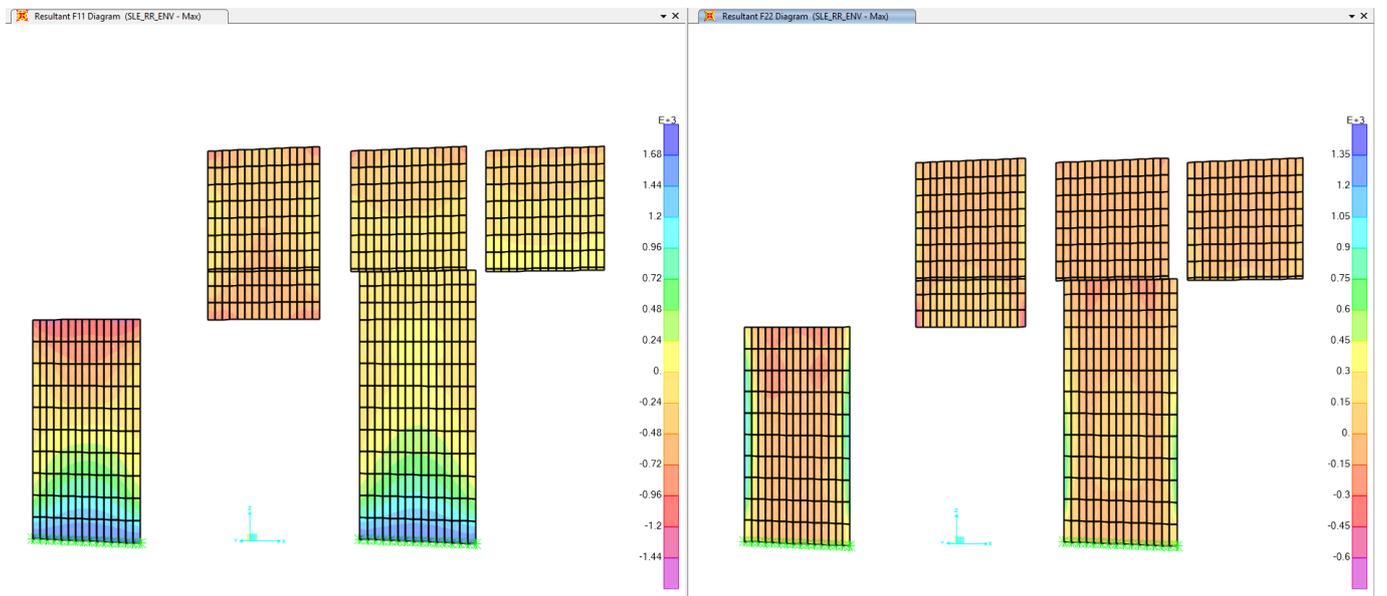
*Figura 22 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi*



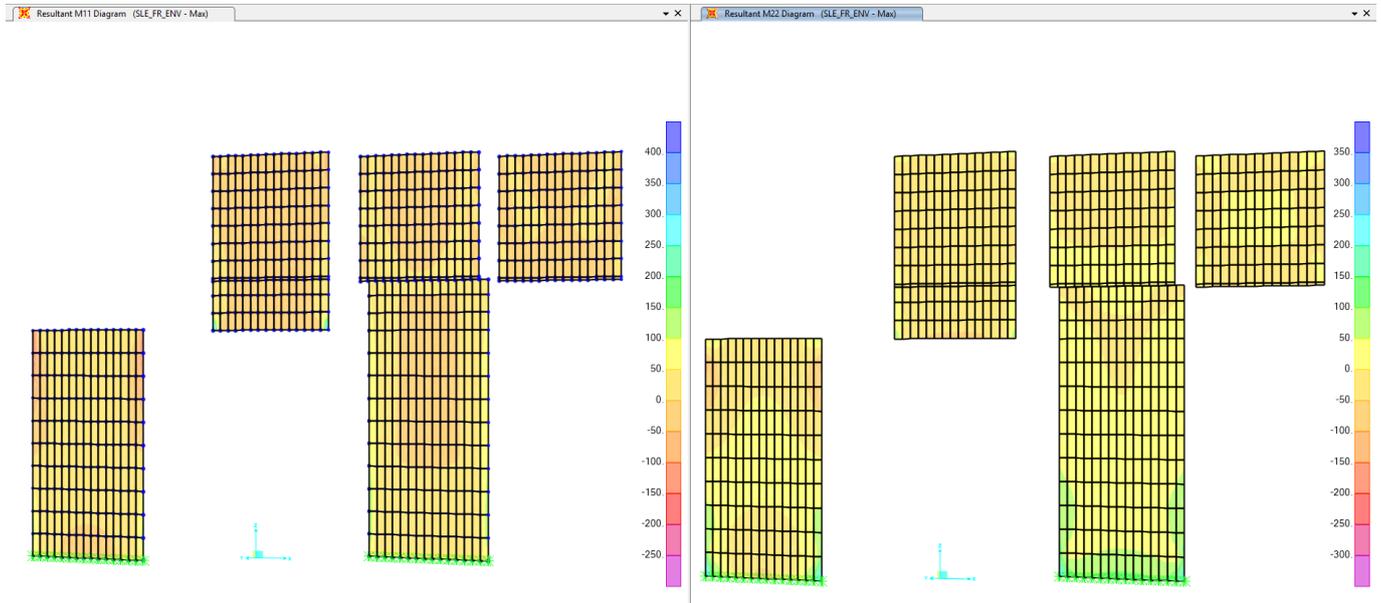
*Figura 23 – V13/V23 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi*



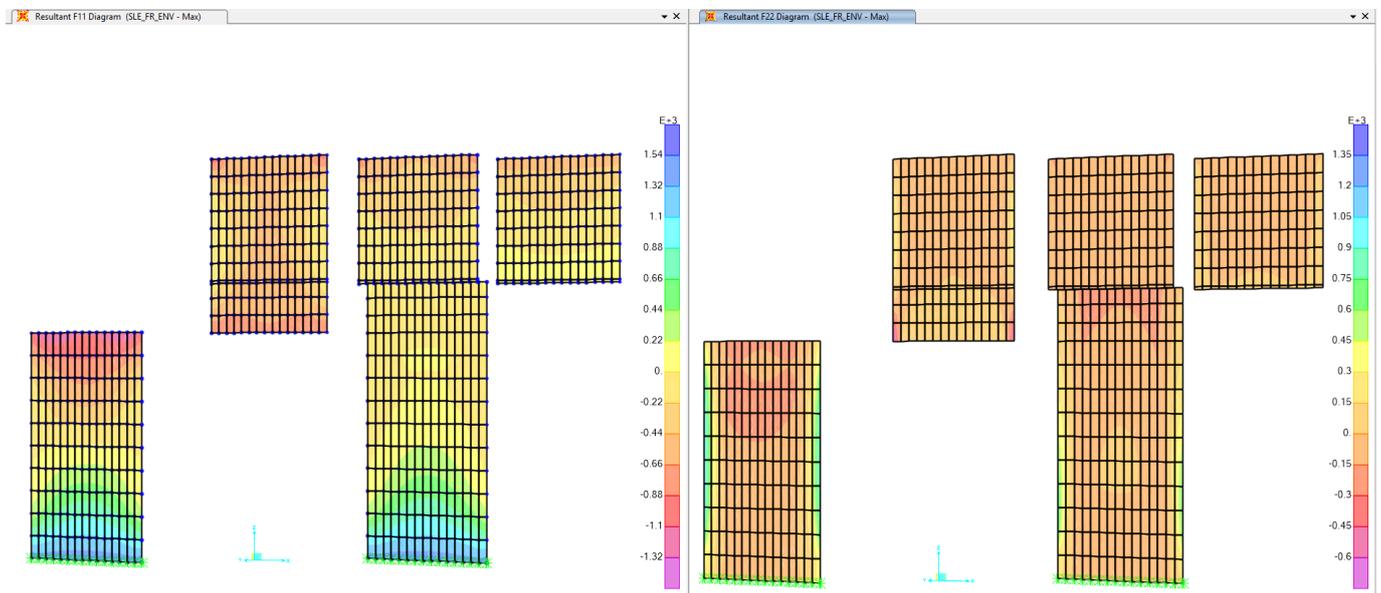
*Figura 24 – M11/M22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio rara*



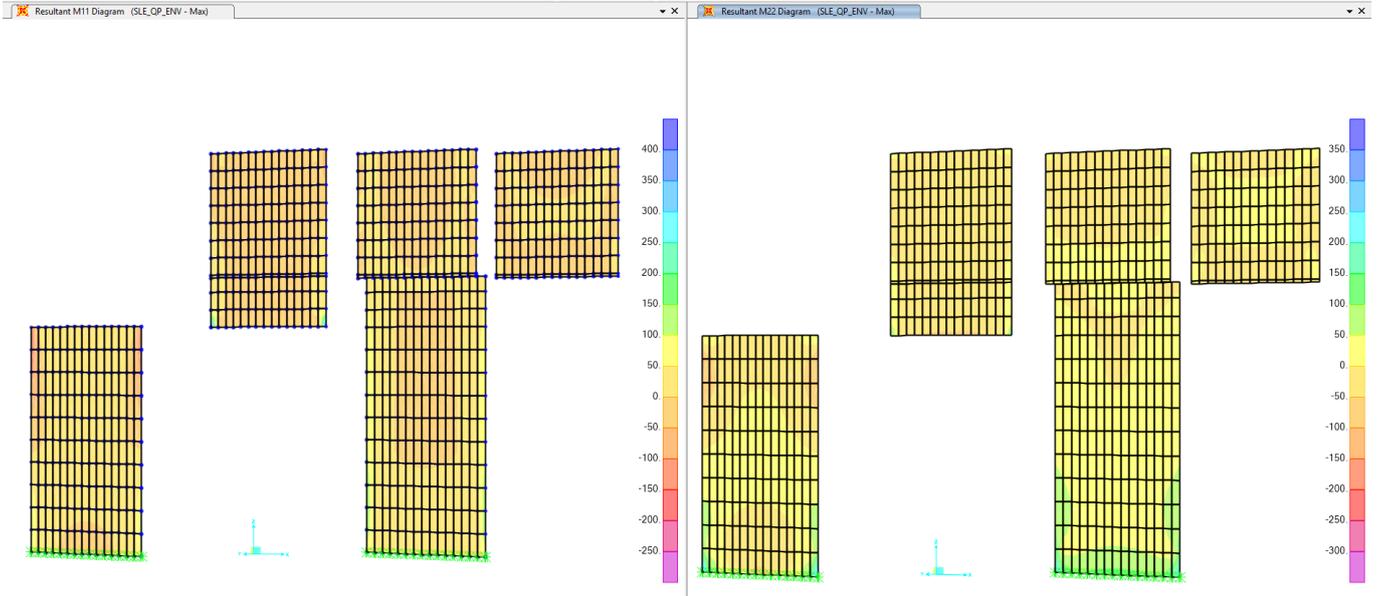
*Figura 25 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio rara*



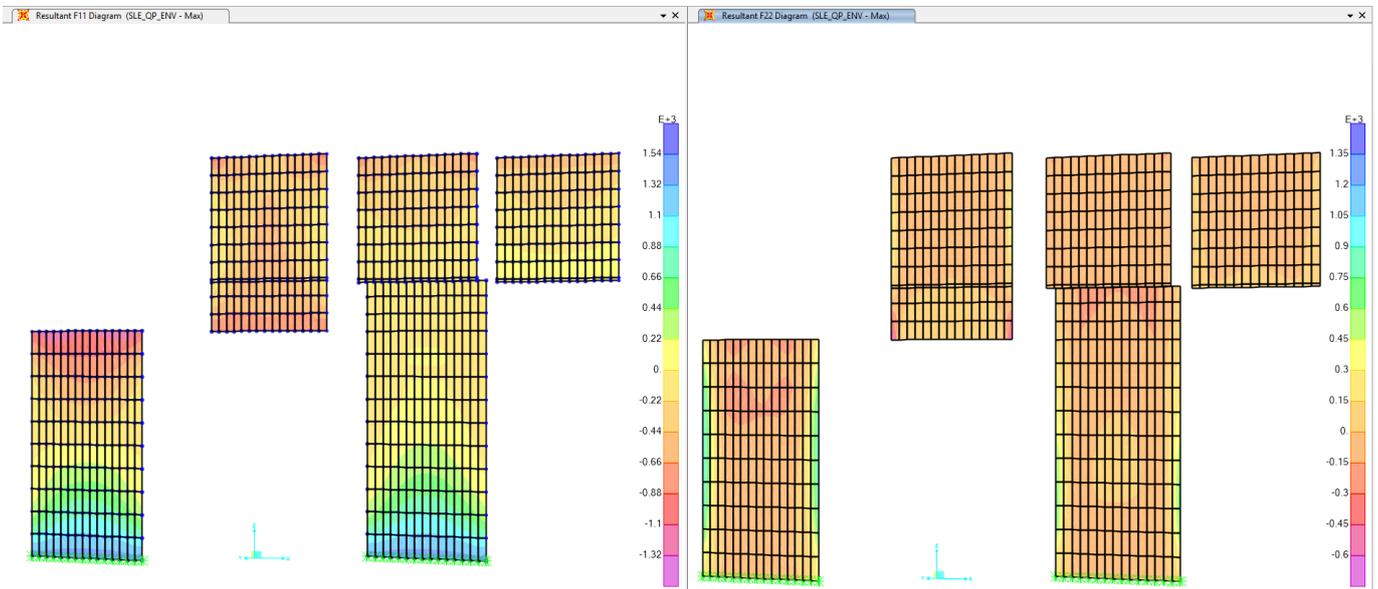
*Figura 26 – M11/M22- Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 27– F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 28 – M11/M22 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio quasi permanente*



*Figura 29 – F11/F22 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio quasi permanente*

10.2.3 Piedritti il fronte/ il dorso – spessore 0.60m

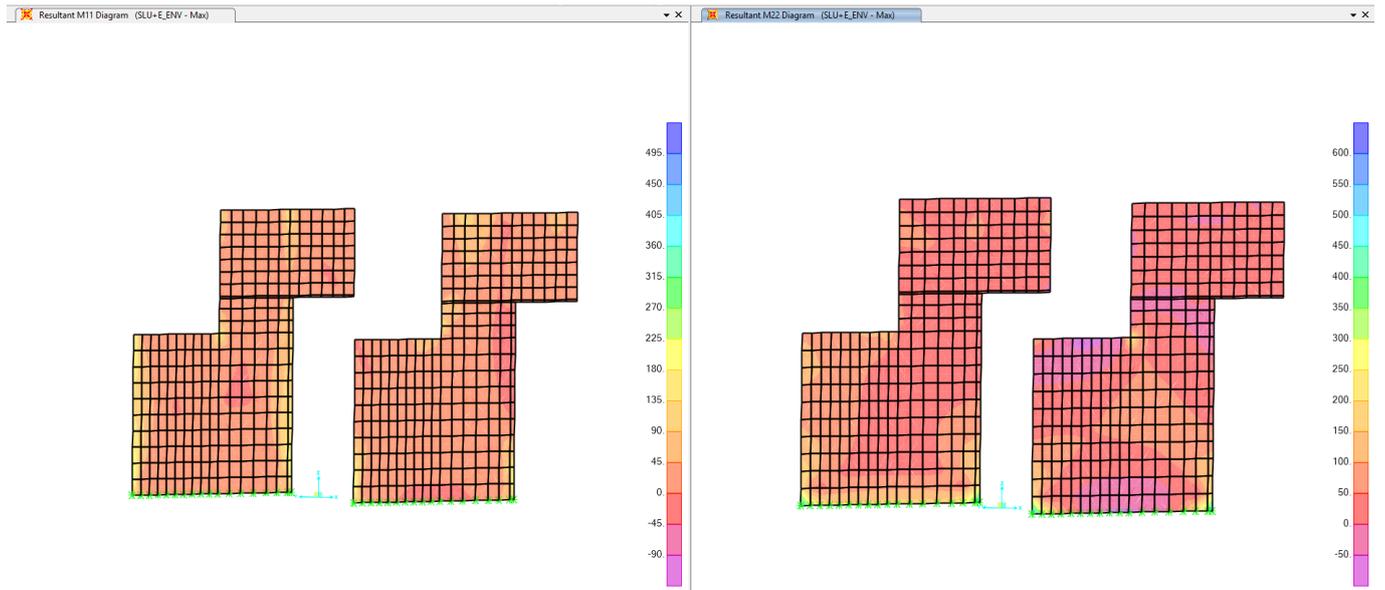


Figura 30 – M11/M22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi

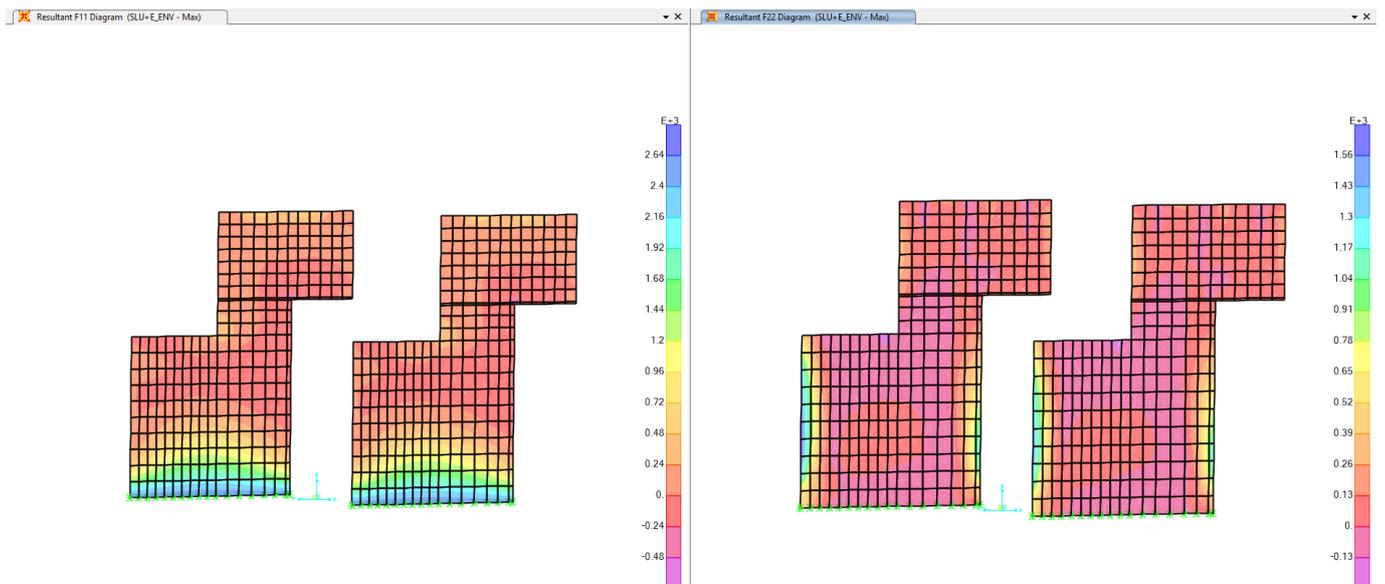
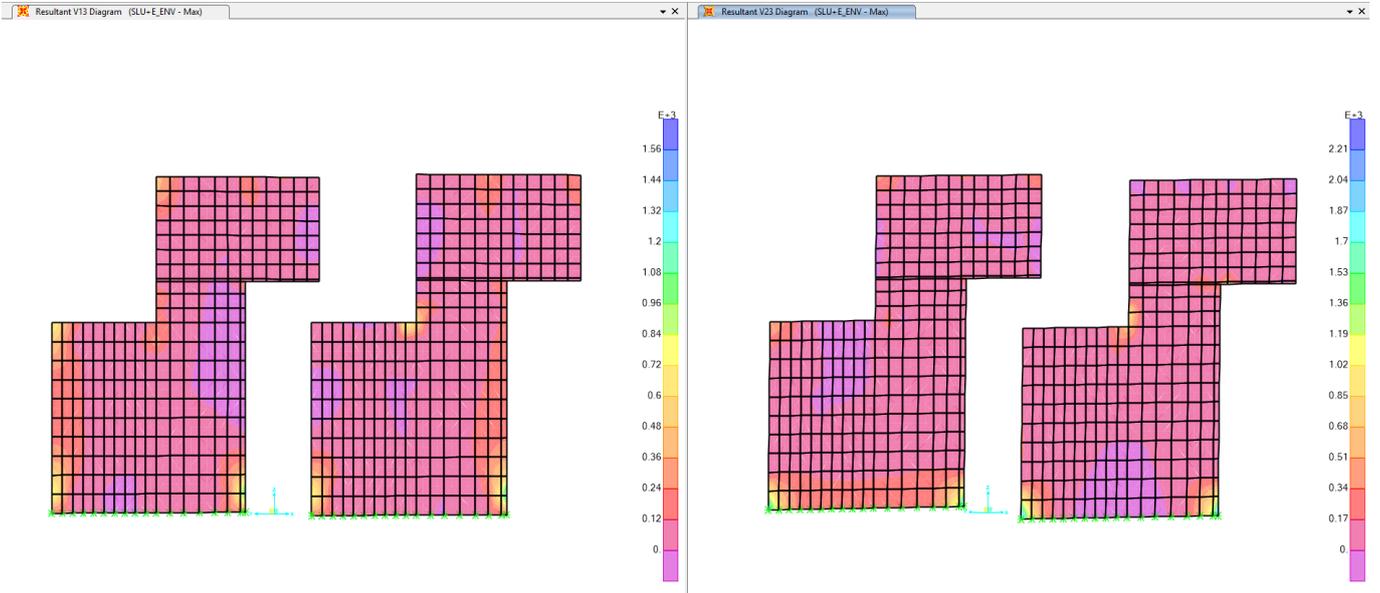
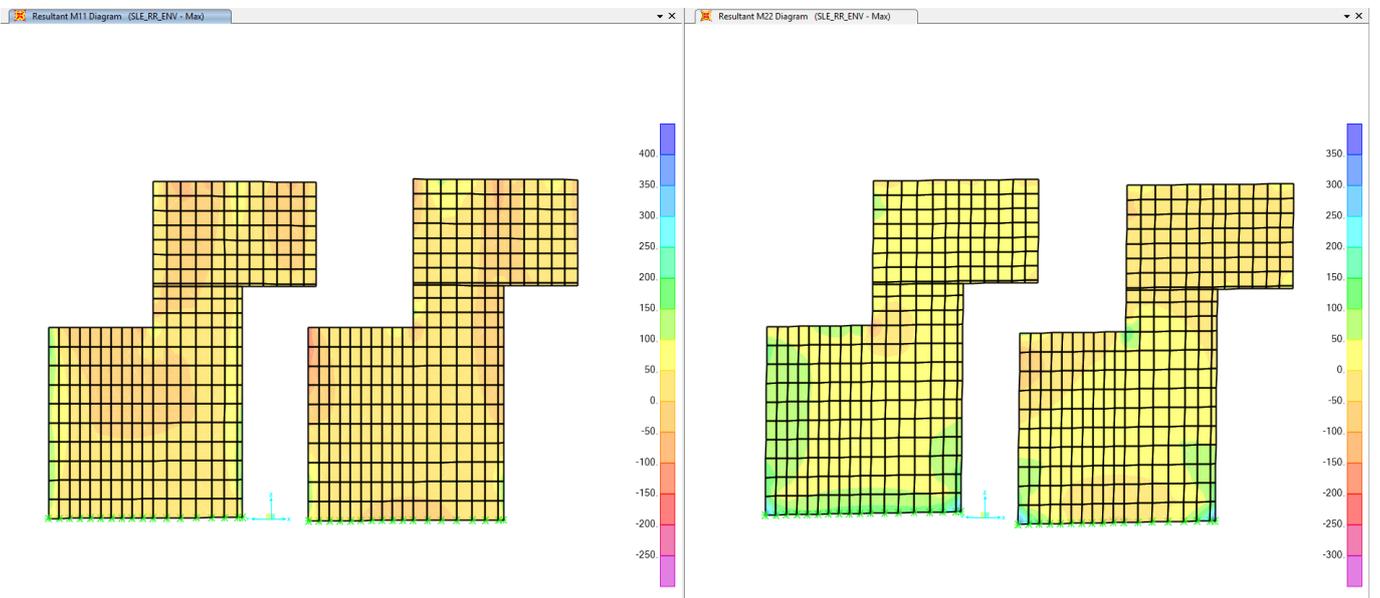


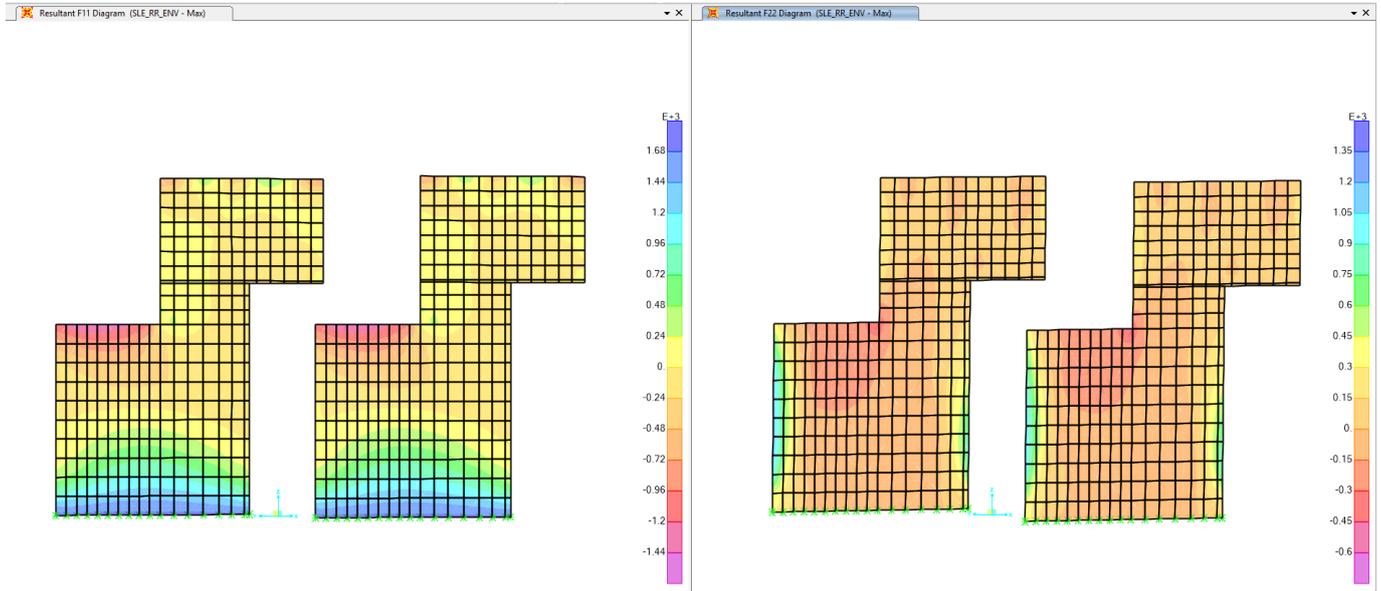
Figura 31 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi



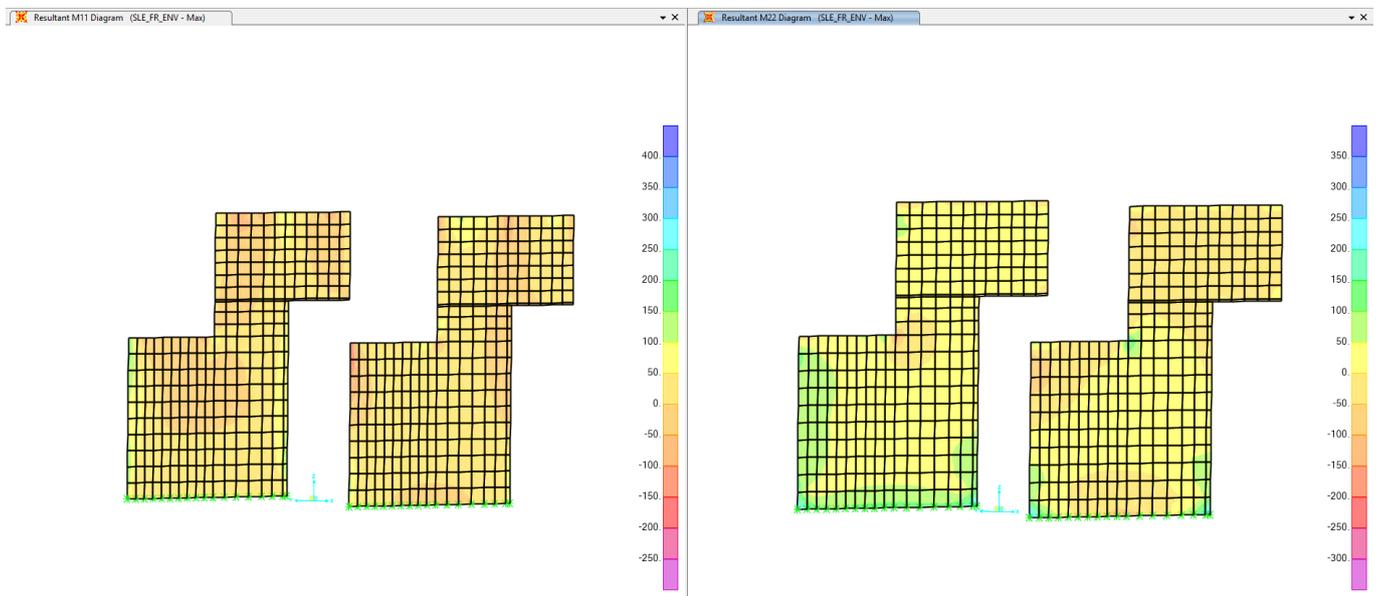
*Figura 32 – V13/V23 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi*



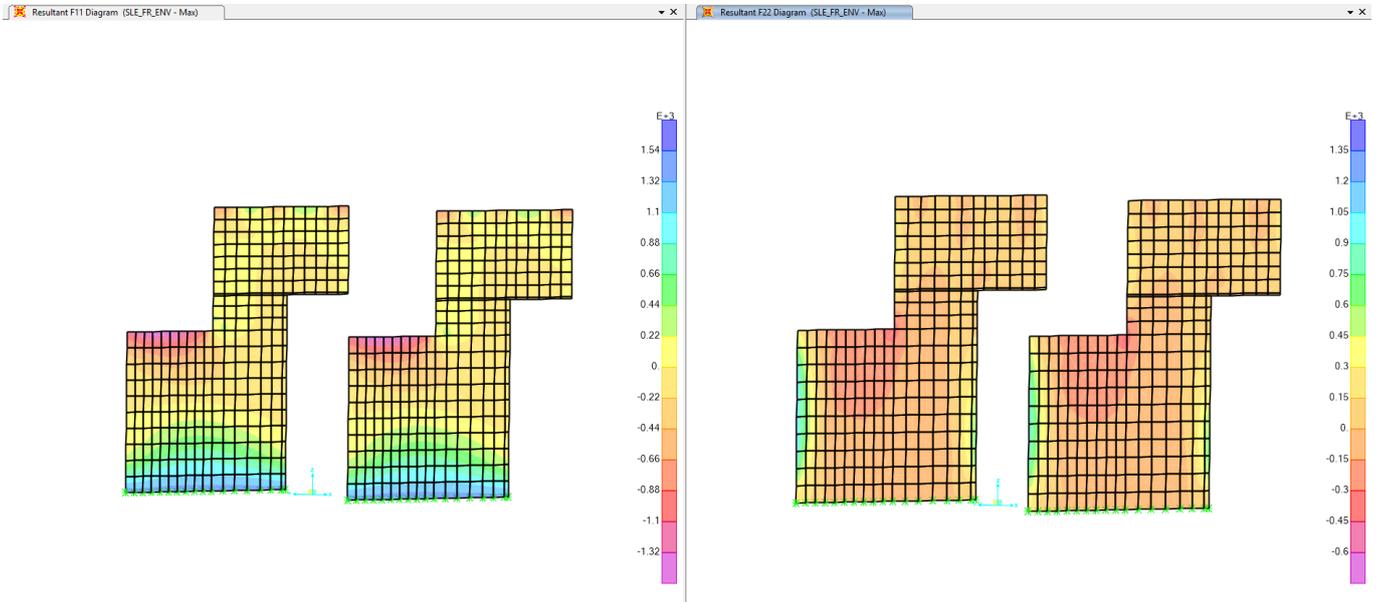
*Figura 33 – M11/M22 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio rara*



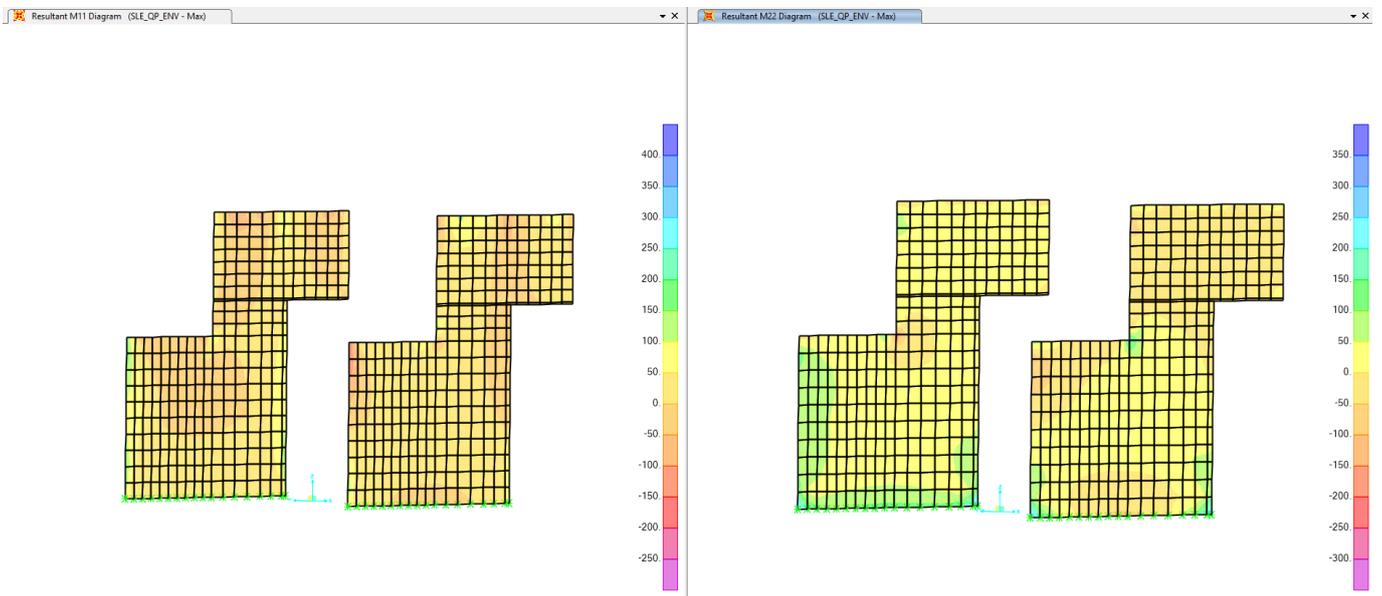
*Figura 34 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio rara*



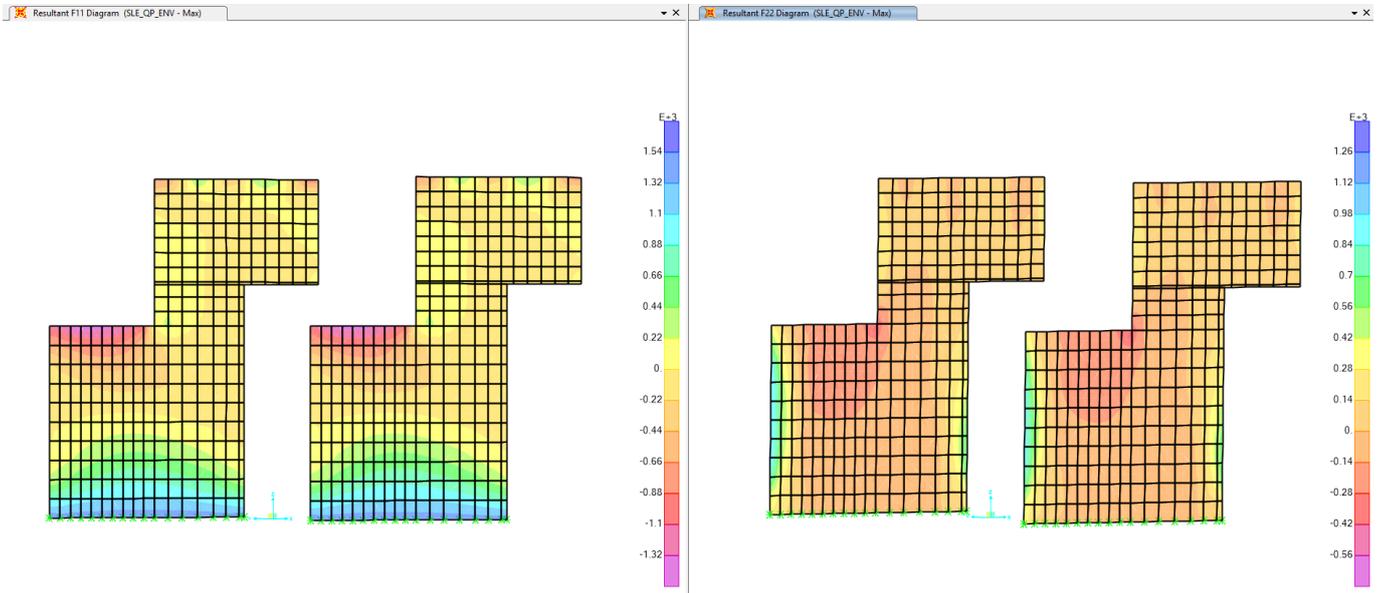
*Figura 35 – M11/M22- Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 36– F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio frequente*



*Figura 37 – M11/M22 - Inviluppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite di Esercizio quasi permanente*



*Figura 38 – F11/F22 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite di Servizio quasi permanente*

## 11 VERIFICHE STRUTTURALI

### 11.1 Verifica solette superiore – spessore 0.30m, 0.40m e 0.60m

La verifica è stata effettuata su una sezione:

- H = 60cm – armata superiore 8  $\phi$ 22 al metro, inferiore 8  $\phi$ 20 al metro in entrambe le direzioni;
- H = 40/30cm – armata superiore/inferiore 5  $\phi$ 14 al metro in entrambe le direzioni;

#### 11.1.1 Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo

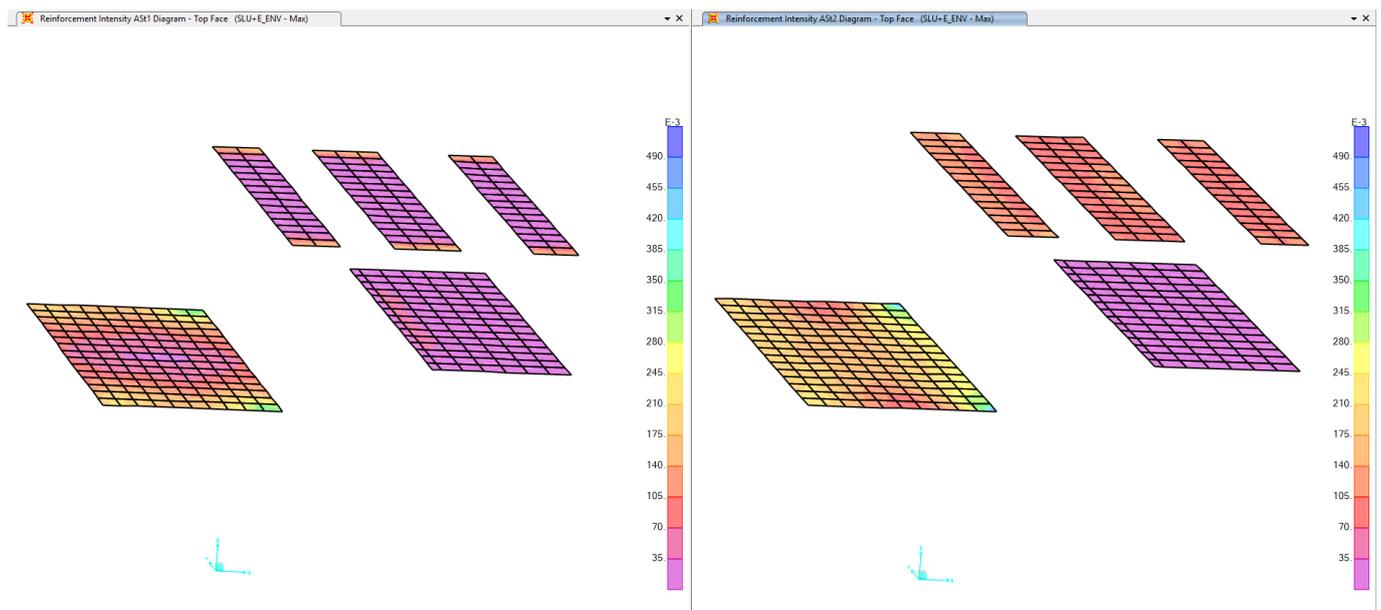


Figura 39 – Faccia superiore Ast1/Ast2 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1=26 cm<sup>2</sup>/m` /Max Ast2=26 cm<sup>2</sup>/m`

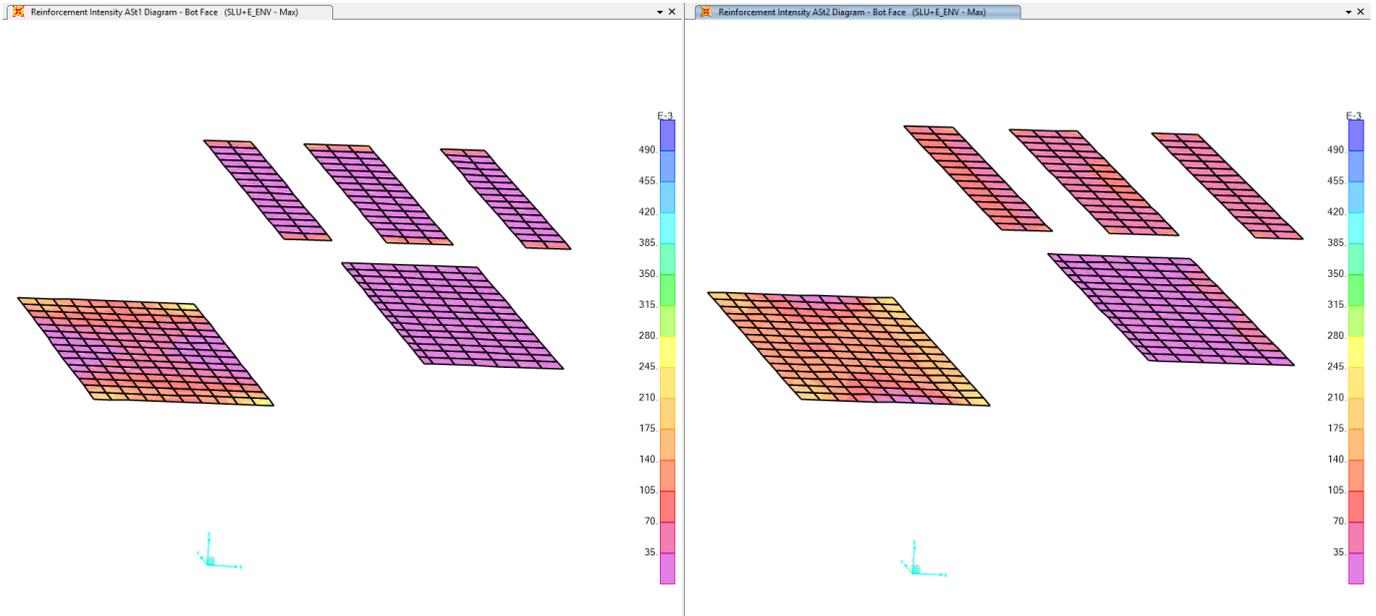


Figura 40 – Faccia inferiore Ast1/Ast2 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1=21 cm<sup>2</sup>/m' /Max Ast2=21 cm<sup>2</sup>/m'

### Taglio soletta spessore 0.60m

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 600$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 8 \quad \emptyset 22$	$= 30.41 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \quad \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 550$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \quad \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		$30.41 \text{ cm}^2$

##### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 140.0$ kN
-------------------	---------------------

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.603$	$< 2$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.389$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.006$	$< 0.02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 269.8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 214.0 \text{ kN})$$

$V_{Rd} = 269.8$  kN valore di calcolo

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

## Taglio soletta spessore 0.40m

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 14$	$= 7.70 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 350$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		$7.70 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 154.0$ kN
-------------------	---------------------

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.756$	$< 2$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.446$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.002$	$< 0.02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$V_{Rd} = 138.3$  kN; (con  $(v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 156.1$  kN)

$V_{Rd} = 156.1$  kN assunto pari alla resistenza minima

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

## Taglio soletta spessore 0.30m

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 14$	$= 7.70 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 250$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		$7.70 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 70.0$ kN
-------------------	--------------------

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.894$	$< 2$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.500$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.003$	$< 0.02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

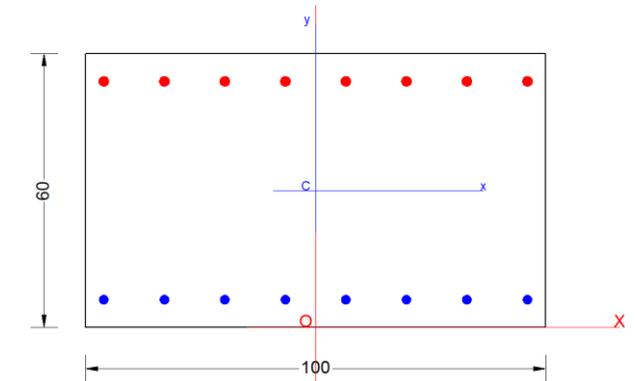
$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$V_{Rd} = 119.2$  kN; (con  $(v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 125.0$  kN)

$V_{Rd} = 125.0$  kN assunto pari alla resistenza minima  
la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

### 11.1.2 Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio

- Soletta spessore  $H=60$ cm



#### SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	30.00
2	0.00	-60.00

N: Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)  
Mx: Moment force [kNm] around x axis  
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

La sezione è stata verificata con il software RC-Sec:

#### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm <sup>2</sup> ] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm <sup>2</sup> ] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.62	60.0	0.00	45.1	-24.5	53.9	15.1	1509	25.1	12.5
2	OK	1.19	0.0	0.00	16.4	-40.8	6.1	14.6	1456	30.4	12.5

### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
$\lambda   c$	Equivalent bar diameter [mm] / cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $A_{s\text{ eff}} / A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)/[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	$\lambda   c$	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00014	0	0.500	20 5.1	0.017	0.000074 (0.00007)	378	0.028(0.20)	217.68
2	OK	-0.00024	0	0.500	22 5.0	0.021	0.000123 (0.00012)	349	0.043(0.20)	-221.73

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

N.Vertex	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50.0	0.0	0.000	-0.0001417
2	-50.0	60.0	0.614	0.0000461
3	50.0	60.0	0.614	0.0000461
4	50.0	0.0	0.000	-0.0001417

#### Longitudinal Bars:

N. Bar	Assigned numbers to each bar
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	6.1	-24.52	-0.0001226
2	-32.9	6.1	-24.52	-0.0001226
3	-19.7	6.1	-24.52	-0.0001226
4	-6.6	6.1	-24.52	-0.0001226
5	6.6	6.1	-24.52	-0.0001226
6	19.7	6.1	-24.52	-0.0001226
7	32.9	6.1	-24.52	-0.0001226
8	46.0	6.1	-24.52	-0.0001226
9	-46.0	53.9	5.40	0.0000270
10	-32.9	53.9	5.40	0.0000270
11	-19.7	53.9	5.40	0.0000270
12	-6.6	53.9	5.40	0.0000270
13	6.6	53.9	5.40	0.0000270

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	89 di 116

14	19.7	53.9	5.40	0.0000270
15	32.9	53.9	5.40	0.0000270
16	46.0	53.9	5.40	0.0000270

**SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 2 : RELEVANT STRESS AND STRAIN**

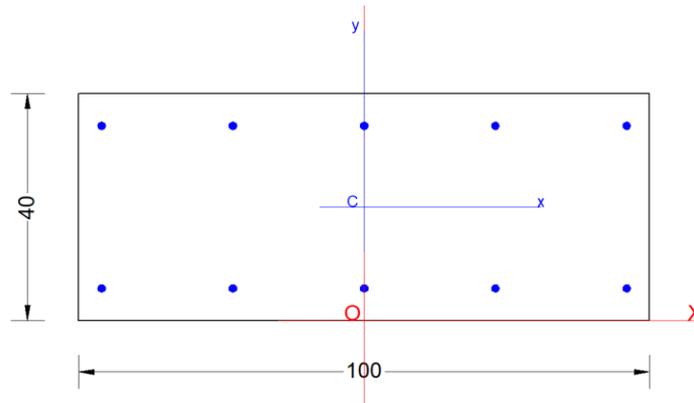
**Concrete vertices:**

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50.0	0.0	1.181	0.0000886
2	-50.0	60.0	0.000	-0.0002373
3	50.0	60.0	0.000	-0.0002373
4	50.0	0.0	1.181	0.0000886

**Longitudinal Bars:**

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	6.1	11.09	0.0000555
2	-32.9	6.1	11.09	0.0000555
3	-19.7	6.1	11.09	0.0000555
4	-6.6	6.1	11.09	0.0000555
5	6.6	6.1	11.09	0.0000555
6	19.7	6.1	11.09	0.0000555
7	32.9	6.1	11.09	0.0000555
8	46.0	6.1	11.09	0.0000555
9	-46.0	53.9	-40.84	-0.0002042
10	-32.9	53.9	-40.84	-0.0002042
11	-19.7	53.9	-40.84	-0.0002042
12	-6.6	53.9	-40.84	-0.0002042
13	6.6	53.9	-40.84	-0.0002042
14	19.7	53.9	-40.84	-0.0002042
15	32.9	53.9	-40.84	-0.0002042
16	46.0	53.9	-40.84	-0.0002042

- Soletta spessore H=40 cm



**SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION**

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)  
Mx Moment force [kNm] around x axis  
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	-20.00
2	0.00	10.00

**SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]**

Check Result of Check  
Sc max Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc max y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)  
Sc min Min compression stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc min y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)  
Ss min Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]  
Ys min y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)  
hc eff Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars  
Ac eff Effective tension area [cm<sup>2</sup>] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)  
As eff Area of tension steel bars [cm<sup>2</sup>] within Ac eff (for crack width control)  
D bars Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2]  
(D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.56	0.0	0.00	7.6	-82.4	5.7	10.8	1081	7.7	22.2
2	OK	0.78	40.0	0.00	32.4	-41.2	34.3	10.8	1081	7.7	22.2

**SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]**

Check Result of check  
e1 Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
e2 Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
k1 = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]  
kt = 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])  
k2 = 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2\*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	91 di 116

$k_3$  = 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex  
 $k_4$  = 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex  
 $\lambda | c$  Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]  
 $r_{eff}$  Geometrical ratio  $A_{s\,eff}/A_{c\,eff}$  [eq.(7.10) EC2]  
 $e_{sm} - e_{cm}$  Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)]  
 Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6  $S_{max} / E_s$   
 $s_{r\,max}$  Max final crack [mm] spacing  
 $w_k$  Calculated value [mm] of crack width =  $s_r \max^*(e_{sm} - e_{cm})[eq.(7.8)]$ . Limit value of  $w_k$  is shown between brackets  
 $M_{crack}$  First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	$e_1$	$e_2$	$k_2$	$\lambda   c$	$r_{eff}$	$e_{sm} - e_{cm}$	$s_{r\,max}$	$w_k$	$M_{crack}$
1	OK	-0.00050	0	0.500	14 5.0	0.007	0.000247 (0.00025)	504	0.125(0.20)	-84.08
2	OK	-0.00025	0	0.500	14 5.0	0.007	0.000124 (0.00012)	504	0.062(0.20)	84.08

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

N.Vertex Assigned numbers to concrete vertices  
 $X_c, Y_c$  X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O  
 $S_c$  Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)  
 $e_c$  Strain in each vertex

Vertex N.	$X_c$	$Y_c$	$S_c$	$e_c$
1	-50.0	0.0	1.556	0.0001167
2	-50.0	40.0	0.000	-0.0004996
3	50.0	40.0	0.000	-0.0004996
4	50.0	0.0	1.556	0.0001167

#### Longitudinal Bars:

N. Bar Assigned numbers to each bar  
 $X_s, Y_s$  X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O  
 $S_s$  Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)  
 $e_s$  Strain in each bar

Bar N.	$X_s$	$Y_s$	$S_s$	$e_s$
1	-46.0	5.7	5.78	0.0000289
2	-23.0	5.7	5.78	0.0000289
3	0.0	5.7	5.78	0.0000289
4	23.0	5.7	5.78	0.0000289
5	46.0	5.7	5.78	0.0000289
6	-46.0	34.3	-82.35	-0.0004118
7	-23.0	34.3	-82.35	-0.0004118
8	0.0	34.3	-82.35	-0.0004118
9	23.0	34.3	-82.35	-0.0004118
10	46.0	34.3	-82.35	-0.0004118

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 2 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

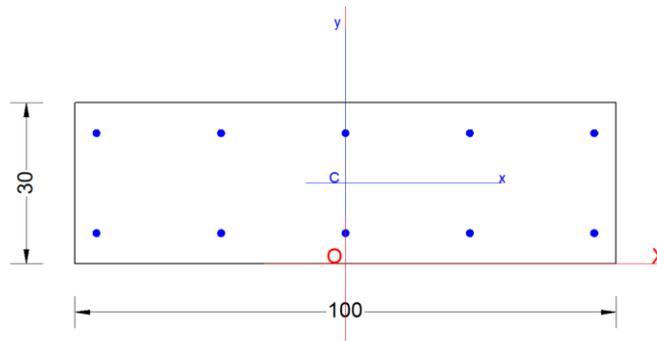
#### Concrete vertices:

Vertex N.	$X_c$	$Y_c$	$S_c$	$e_c$
1	-50.0	0.0	0.000	-0.0002498
2	-50.0	40.0	0.778	0.0000584
3	50.0	40.0	0.778	0.0000584
4	50.0	0.0	0.000	-0.0002498

**Longitudinal Bars:**

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	5.7	-41.18	-0.0002059
2	-23.0	5.7	-41.18	-0.0002059
3	0.0	5.7	-41.18	-0.0002059
4	23.0	5.7	-41.18	-0.0002059
5	46.0	5.7	-41.18	-0.0002059
6	-46.0	34.3	2.89	0.0000144
7	-23.0	34.3	2.89	0.0000144
8	0.0	34.3	2.89	0.0000144
9	23.0	34.3	2.89	0.0000144
10	46.0	34.3	2.89	0.0000144

- Soletta spessore H=30 cm



**SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION**

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)  
Mx Moment force [kNm] around x axis  
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	-20.00
2	0.00	10.00

**SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]**

Check Result of Check  
Sc max Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc max y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)  
Sc min Min compression stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc min y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)  
Ss min Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]  
Ys min y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)  
hc eff Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars  
Ac eff Effective tension area [cm<sup>2</sup>] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)  
As eff Area of tension steel bars [cm<sup>2</sup>] within Ac eff (for crack width control)  
D bars Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2]  
(D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
---------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	93 di 116

1	OK	2.77	0.0	0.00	6.3	-117.8	5.7	7.9	789	7.7	22.2
2	OK	1.38	30.0	0.00	23.7	-58.9	24.3	7.9	789	7.7	22.2

### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
l   c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $A_s \text{ eff} / A_c \text{ eff}$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr \text{ max} * (e \text{ sm} - e \text{ cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	l   c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00078	0	0.500	14 5.0	0.010	0.000353 (0.00035)	414	0.146(0.20)	-47.30
2	OK	-0.00039	0	0.500	14 5.0	0.010	0.000177 (0.00018)	414	0.073(0.20)	47.30

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

N.Vertex	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50.0	0.0	2.764	0.0002073
2	-50.0	30.0	0.000	-0.0007756
3	50.0	30.0	0.000	-0.0007756
4	50.0	0.0	2.764	0.0002073

#### Longitudinal Bars:

N. Bar	Assigned numbers to each bar
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	5.7	4.12	0.0000206
2	-23.0	5.7	4.12	0.0000206
3	0.0	5.7	4.12	0.0000206
4	23.0	5.7	4.12	0.0000206
5	46.0	5.7	4.12	0.0000206
6	-46.0	24.3	-117.76	-0.0005888
7	-23.0	24.3	-117.76	-0.0005888
8	0.0	24.3	-117.76	-0.0005888
9	23.0	24.3	-117.76	-0.0005888
10	46.0	24.3	-117.76	-0.0005888

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	94 di 116

**SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 2 : RELEVANT STRESS AND STRAIN**

**Concrete vertices:**

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50.0	0.0	0.000	-0.0003878
2	-50.0	30.0	1.382	0.0001037
3	50.0	30.0	1.382	0.0001037
4	50.0	0.0	0.000	-0.0003878

**Longitudinal Bars:**

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	5.7	-58.88	-0.0002944
2	-23.0	5.7	-58.88	-0.0002944
3	0.0	5.7	-58.88	-0.0002944
4	23.0	5.7	-58.88	-0.0002944
5	46.0	5.7	-58.88	-0.0002944
6	-46.0	24.3	2.06	0.0000103
7	-23.0	24.3	2.06	0.0000103
8	0.0	24.3	2.06	0.0000103
9	23.0	24.3	2.06	0.0000103
10	46.0	24.3	2.06	0.0000103

## 11.2 Verifica solette di fondazione

### 11.2.1 Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo

La verifica è stata effettuata su una sezione H=80cm, armata simmetricamente con 6  $\phi 18$  al metro in entrambe le direzioni.

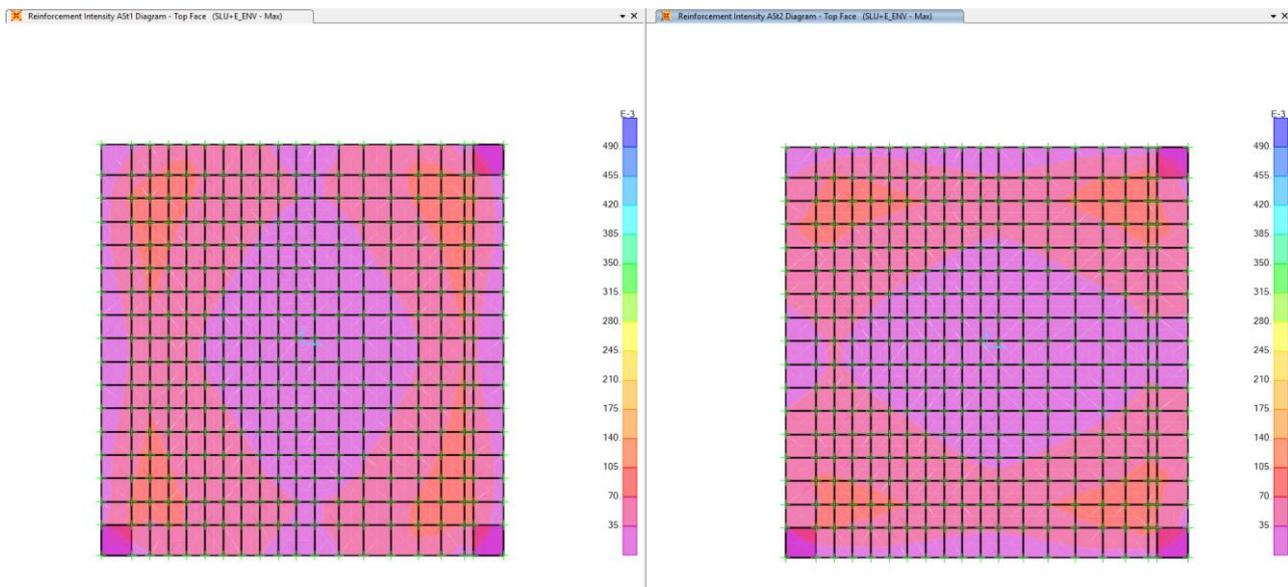


Figura 41 – Faccia superiore Ast1/Ast2 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1=10cm<sup>2</sup>/m` /Max Ast2=10 cm<sup>2</sup>/m`

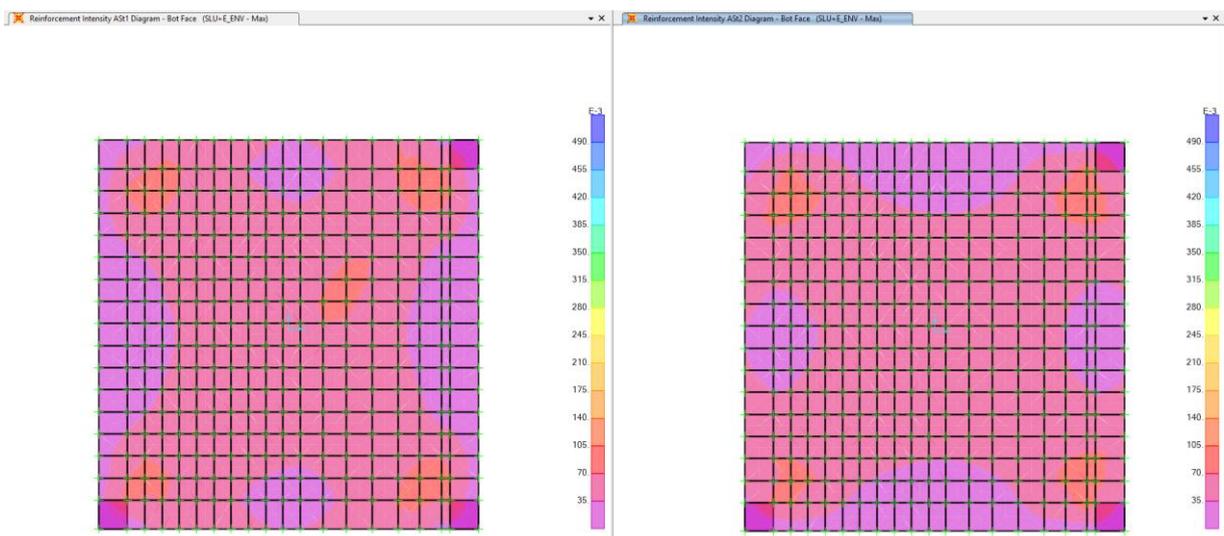


Figura 42 – Faccia inferiore Ast1/Ast2 - Involuppo combinazioni dei carichi qgli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1=10 cm<sup>2</sup>/m` /Max Ast2=10 cm<sup>2</sup>/m`

## Taglio soletta fondazione 0.80m

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 18$	$= 12.72 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 750$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		$12.72 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 260.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.516 < 2$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.358$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

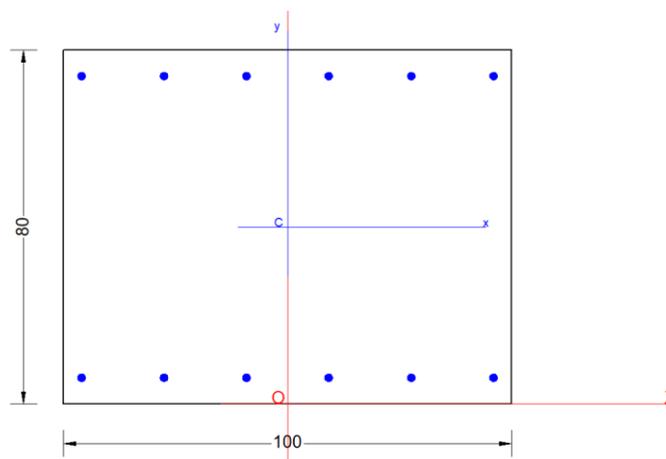
$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 234.8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 268.5 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 268.5 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

## 11.2 Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio



### SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)	
Mx	Moment force [kNm] around x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section	
Comb.N.	N	Mx
1	0.00	140.00

### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check										
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]										
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)										
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]										
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)										
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]										
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)										
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars										
Ac eff	Effective tension area [cm <sup>2</sup> ] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)										
As eff	Area of tension steel bars [cm <sup>2</sup> ] within Ac eff (for crack width control)										
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)										
Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	2.27	80.0	0.00	64.9	-133.0	74.1	14.8	1475	15.3	17.6

### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check										
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section										
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]										
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])										
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]										
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex										
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex										
ll   c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]										
r eff	Geometrical ratio As eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]										
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es										
sr max	Max final crack [mm] spacing										
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)/[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets										
M crack	First cracking bending moment [kNm]										
Comb.N.	Check	e1	e2	k2	ll   c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack	
1	OK	-0.00073	0	0.500	18 5.0	0.010	0.000399 (0.00040)	466	0.186(0.20)	307.75	

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

N.Vertex	Assigned numbers to concrete vertices			
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O			
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)			
e c	Strain in each vertex			
Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRIJ	01 D 29	CL	ID0002 001	A	98 di 116

1	-50.0	0.0	0.000	-0.0007316
2	-50.0	80.0	2.270	0.0001703
3	50.0	80.0	2.270	0.0001703
4	50.0	0.0	0.000	-0.0007316

**Longitudinal Bars:**

N. Bar           Assigned numbers to each bar  
 Xs, Ys          X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O  
 Ss               Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)  
 e s              Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	5.9	-133.02	-0.0006651
2	-27.6	5.9	-133.02	-0.0006651
3	-9.2	5.9	-133.02	-0.0006651
4	9.2	5.9	-133.02	-0.0006651
5	27.6	5.9	-133.02	-0.0006651
6	46.0	5.9	-133.02	-0.0006651
7	-46.0	74.1	20.75	0.0001037
8	-27.6	74.1	20.75	0.0001037
9	-9.2	74.1	20.75	0.0001037
10	9.2	74.1	20.75	0.0001037
11	27.6	74.1	20.75	0.0001037
12	46.0	74.1	20.75	0.0001037

### 11.3 Verifica pareti verticali

#### 11.3.1 Spessore $H=0.30m$

##### 11.3.1.1 Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo

La verifica è stata effettuata su una sezione  $H=30cm$ , armata simmetricamente con  $5 \phi 14$  al metro in entrambe le direzioni.

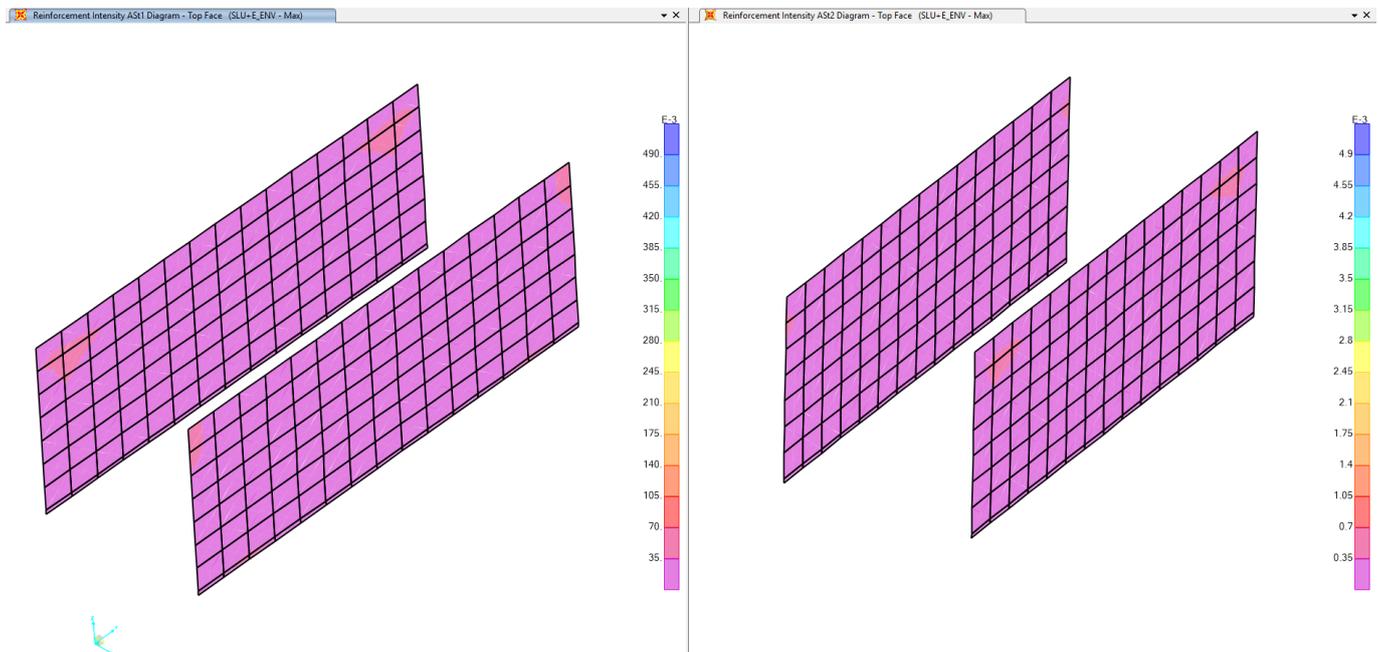


Figura 43 – Faccia superiore  $Ast1/Ast2$  - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
 $Max Ast1=7 cm^2/m^2$  /  $Max Ast2=7 cm^2/m^2$

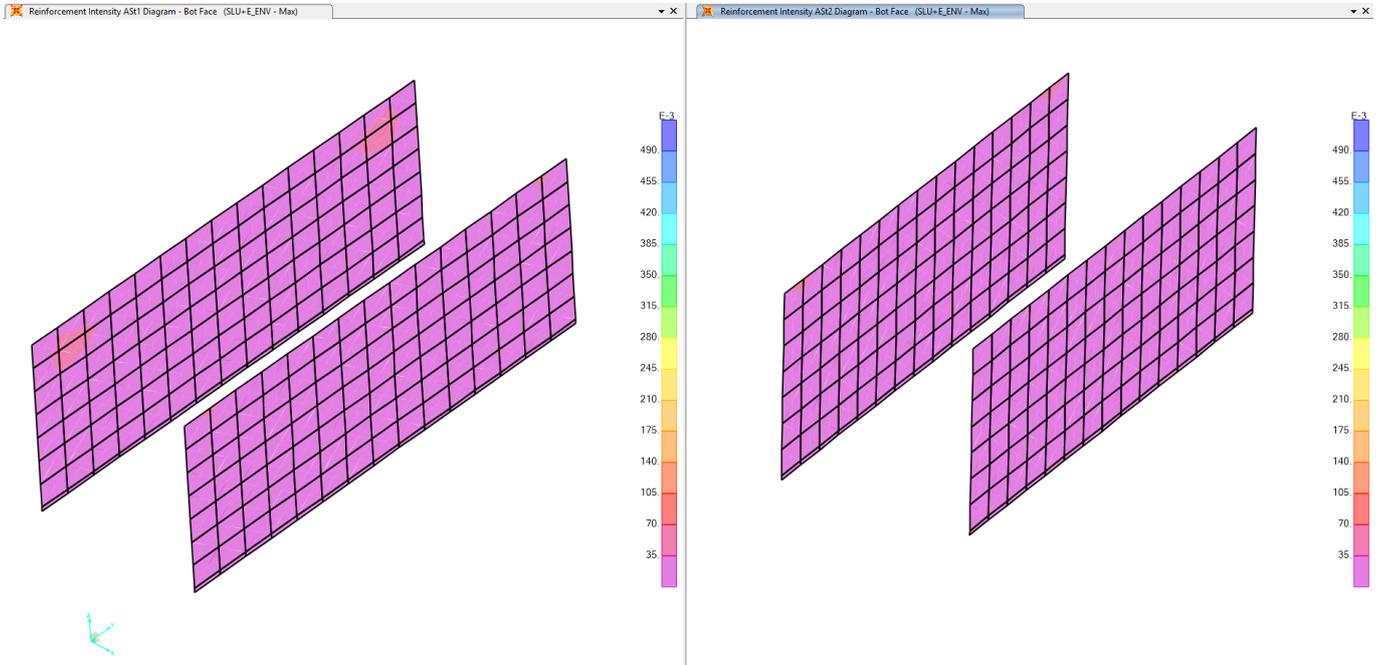


Figura 44 – Faccia inferiore Ast1 / Ast2 - Inviluppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1 = 7 cm<sup>2</sup> / m<sup>2</sup> / Max Ast2 = 7 cm<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>

### Taglio piedritti spessore 0.30m

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \quad \emptyset \quad 14 = 7.70$	cm <sup>2</sup>
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \quad \emptyset \quad 0 = 0.00$	cm <sup>2</sup>
$d = 250$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \quad \emptyset \quad 0 = 0.00$	cm <sup>2</sup>
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		7.70 cm <sup>2</sup>

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 80.0$ kN
-------------------	--------------------

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

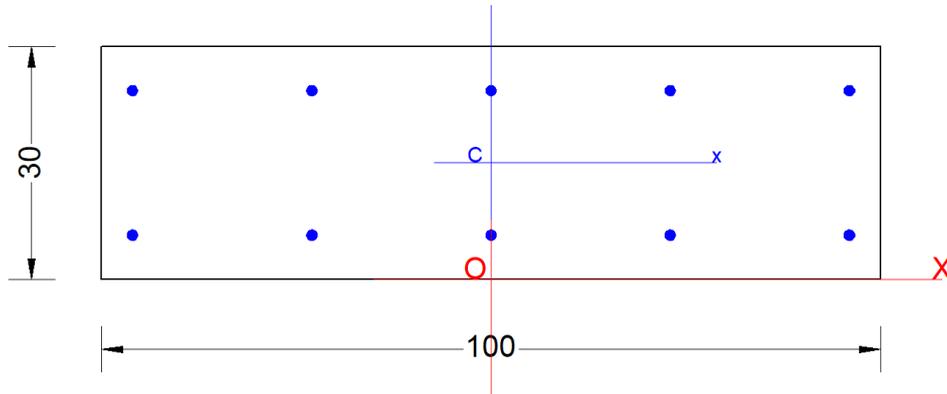
$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.894$	$< 2$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.500$	
$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.003$	$< 0.02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$	MPa $< 0.2 f_{cd}$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 119.2 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 125.0 \text{ kN})$$

$V_{Rd} = 125.0$  kN assunto pari alla resistenza minima  
la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

### 11.3.1.2 Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio



#### SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)  
Mx Moment force [kNm] around x axis  
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	20.00

#### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check Result of Check  
Sc max Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc max y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)  
Sc min Min compression stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc min y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)  
Ss min Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]  
Ys min y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)  
hc eff. Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars  
Ac eff Effective tension area [cm<sup>2</sup>] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)  
As eff Area of tension steel bars [cm<sup>2</sup>] within Ac eff (for crack width control)  
D bars Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2]  
(D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	2.77	30.0	0.00	23.7	-117.8	24.3	7.9	789	7.7	22.2

#### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check Result of check  
e1 Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
e2 Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
k1 = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	102 di 116

kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
W   c	Equivalent bar diameter [mm]   cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $A_s \text{ eff} / A_c \text{ eff}$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)]
sr max	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
wk	Max final crack [mm] spacing
M crack	Calculated value [mm] of crack width = $sr \text{ max} * (e \text{ sm} - e \text{ cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W   c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00078	0	0.500	14 5.0	0.010	0.000353 (0.00035)	414	0.146(0.20)	47.30

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

N.Vertex	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50.0	0.0	0.000	-0.0007756
2	-50.0	30.0	2.764	0.0002073
3	50.0	30.0	2.764	0.0002073
4	50.0	0.0	0.000	-0.0007756

#### Longitudinal Bars:

N. Bar	Assigned numbers to each bar
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46.0	5.7	-117.76	-0.0005888
2	-23.0	5.7	-117.76	-0.0005888
3	0.0	5.7	-117.76	-0.0005888
4	23.0	5.7	-117.76	-0.0005888
5	46.0	5.7	-117.76	-0.0005888
6	-46.0	24.3	4.12	0.0000206
7	-23.0	24.3	4.12	0.0000206
8	0.0	24.3	4.12	0.0000206
9	23.0	24.3	4.12	0.0000206
10	46.0	24.3	4.12	0.0000206

### 11.3.2 Spessore $H=0.60m$

#### 11.3.2.1 Verifiche strutturali – Stato Limite Ultimo

La verifica è stata effettuata su una sezione  $H=60cm$ , armata simmetricamente con  $10 \phi 24$  al metro in entrambe le direzioni.

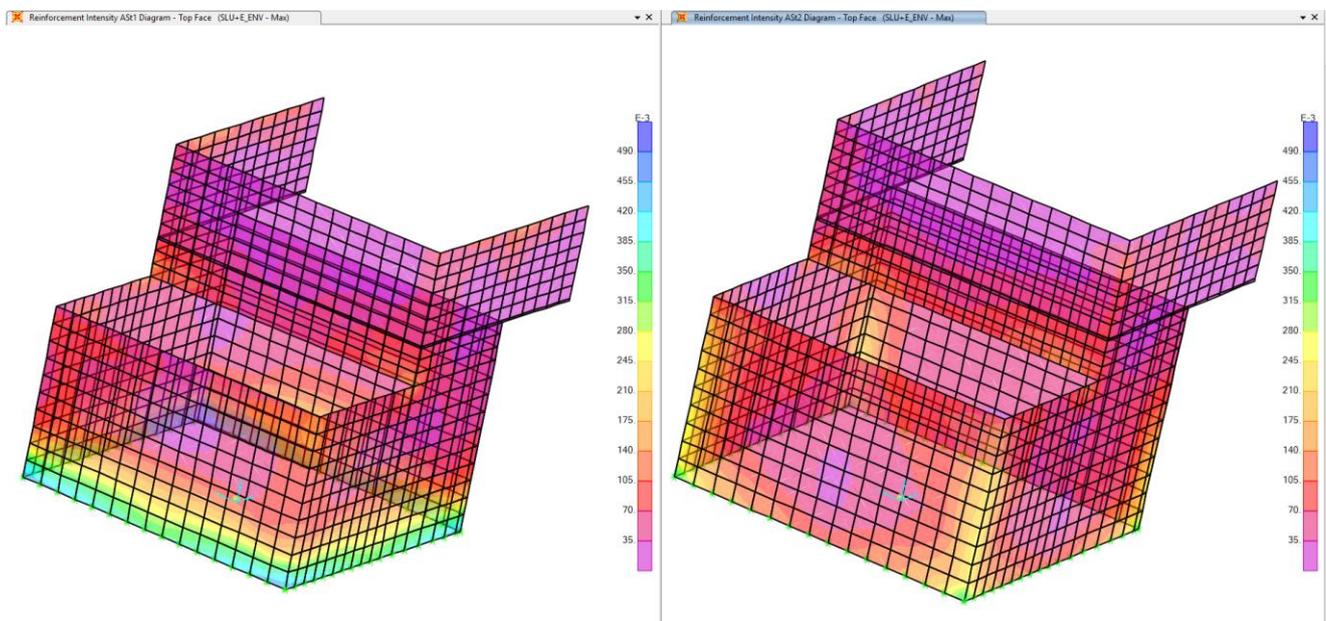


Figura 45 – Faccia superiore  $Ast1/Ast2$  - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
 $Max Ast1=40 cm^2/m$  /  $Max Ast2=40 cm^2/m$

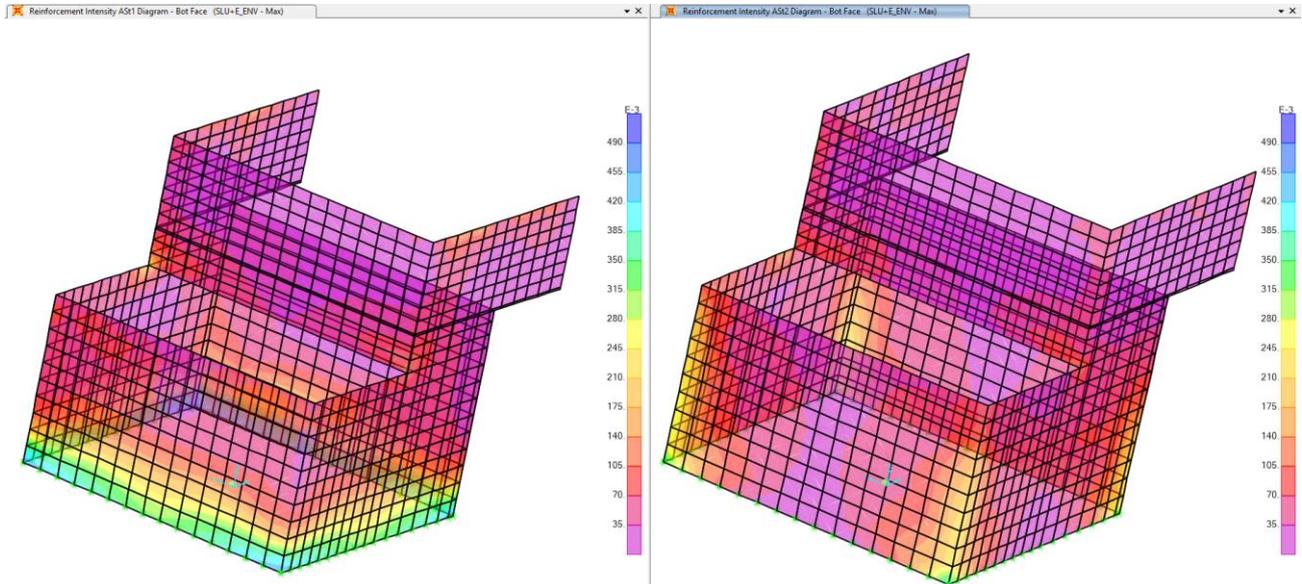


Figura 46 – Faccia inferiore Ast1/Ast2 - Involuppo combinazioni dei carichi agli Stati Limite Ultimi  
Max Ast1=40 cm<sup>2</sup>/m' / Max Ast2=40 cm<sup>2</sup>/m'

### Taglio piedritti H=0.60m

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 600$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10$ Ø	$24 = 45.24$ cm <sup>2</sup>
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm <sup>2</sup>
$d = 550$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm <sup>2</sup>
$f_{cd} = 17.00$ MPa	resist. di calcolo		$45.24$ cm <sup>2</sup>

##### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$  kN       $V_{ed} = 300.0$  kN

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.603$	$< 2$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.389$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.008$	$< 0.02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

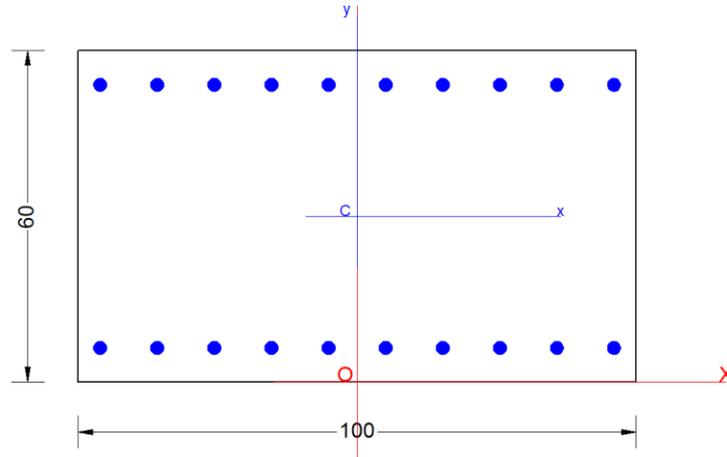
$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 308.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 214.0 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 308.0 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

### 11.3.2.2 Verifiche strutturali – Stato limite di Esercizio



#### SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)  
Mx Moment force [kNm] around x axis  
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	200.00

#### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check Result of Check  
Sc max Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc max y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)  
Sc min Min compression stress (+) in concrete [Mpa]  
Yc min y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)  
Ss min Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]  
Ys min y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)  
hc eff. Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars  
Ac eff Effective tension area [cm<sup>2</sup>] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)  
As eff Area of tension steel bars [cm<sup>2</sup>] within Ac eff (for crack width control)  
D bars Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2]  
(D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.12	60.0	0.00	41.9	-92.6	53.8	14.0	1399	45.2	9.7

#### SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check Result of check  
e1 Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
e2 Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section  
k1 = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]  
kt = 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])  
k2 = 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2\*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	106 di 116

$k_4$  = 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex  
 $\lambda | c$  Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]  
 $r_{eff}$  Geometrical ratio  $A_{s\,eff}/A_{c\,eff}$  [eq.(7.10) EC2]  
 $e_{sm} - e_{cm}$  Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)]  
 Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6  $S_{max} / E_s$   
 $s_{r\,max}$  Max final crack [mm] spacing  
 $w_k$  Calculated value [mm] of crack width =  $s_r \max^*(e_{sm} - e_{cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of  $w_k$  is shown between brackets  
 $M_{crack}$  First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	$e_1$	$e_2$	$k_2$	$\lambda   c$	$r_{eff}$	$e_{sm} - e_{cm}$	$s_{r\,max}$	$w_k$	$M_{crack}$
1	OK	-0.00054	0	0.500	24 5.0	0.032	0.000278 (0.00028)	296	0.082(0.20)	248.01

### SLS - CHARACTERISTIC COMBINATION N. 1 : RELEVANT STRESS AND STRAIN

#### Concrete vertices:

$N_{Vertex}$  Assigned numbers to concrete vertices  
 $X_c, Y_c$  X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O  
 $S_c$  Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)  
 $e_c$  Strain in each vertex

Vertex N.	$X_c$	$Y_c$	$S_c$	$e_c$
1	-50.0	0.0	0.000	-0.0005434
2	-50.0	60.0	3.112	0.0002334
3	50.0	60.0	3.112	0.0002334
4	50.0	0.0	0.000	-0.0005434

#### Longitudinal Bars:

$N_{Bar}$  Assigned numbers to each bar  
 $X_s, Y_s$  X-coordinate, Y-coordinate [cm] of each bar in the reference X,Y,O  
 $S_s$  Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)  
 $e_s$  Strain in each bar

Bar N.	$X_s$	$Y_s$	$S_s$	$e_s$
1	-46.0	6.2	-92.63	-0.0004631
2	-35.8	6.2	-92.63	-0.0004631
3	-25.6	6.2	-92.63	-0.0004631
4	-15.3	6.2	-92.63	-0.0004631
5	-5.1	6.2	-92.63	-0.0004631
6	5.1	6.2	-92.63	-0.0004631
7	15.3	6.2	-92.63	-0.0004631
8	25.6	6.2	-92.63	-0.0004631
9	35.8	6.2	-92.63	-0.0004631
10	46.0	6.2	-92.63	-0.0004631
11	-46.0	53.8	30.63	0.0001531
12	-35.8	53.8	30.63	0.0001531
13	-25.6	53.8	30.63	0.0001531
14	-15.3	53.8	30.63	0.0001531
15	-5.1	53.8	30.63	0.0001531
16	5.1	53.8	30.63	0.0001531
17	15.3	53.8	30.63	0.0001531
18	25.6	53.8	30.63	0.0001531
19	35.8	53.8	30.63	0.0001531
20	46.0	53.8	30.63	0.0001531

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	107 di 116

#### 11.4 Riepilogo verifiche a fessurazione

**Verifiche a fessurazione - Comb. Quasi perm.**

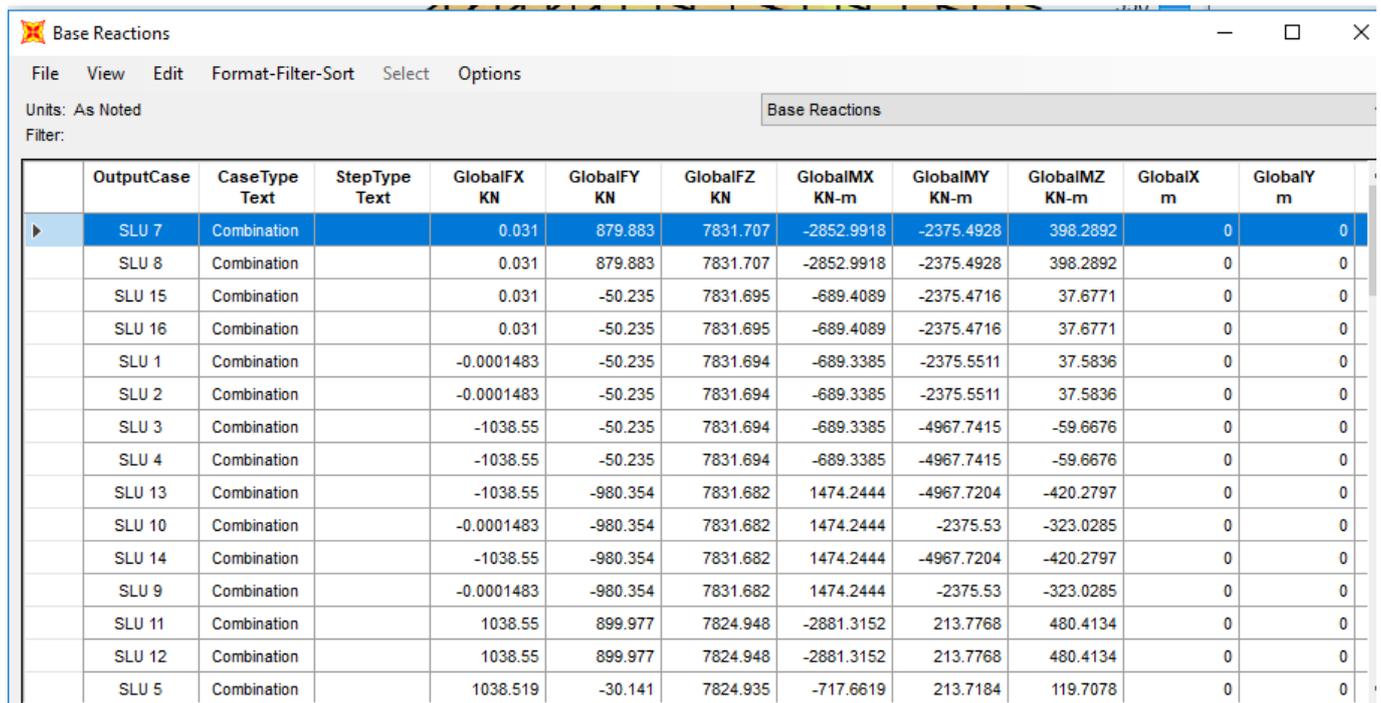
Condizioni ambientali aggressive

Limite ap. fessure =  $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

	Arm. tesa		Arm. comp.		M [kNm/m]	N [kN/m]	wk [mm]
	1° strato	2° strato	1° strato	2° strato			
Soletta superiore - H=0.30m	5 Ø14	-	5 Ø14	-	<b>-20.00</b>	<b>0</b>	0.146
Soletta superiore - H=0.40m	5 Ø14	-	5 Ø14	-	<b>-20.00</b>	<b>0</b>	0.125
Soletta superiore - H=0.60m	8 Ø22	-	8 Ø20	-	<b>-60.00</b>	<b>0</b>	0.043
Soletta Fondazione - H=0.80m	6 Ø18	-	6 Ø18	-	<b>140.00</b>	<b>0</b>	0.186
Piedritti - H=0.30m	5 Ø14	-	5 Ø14	-	<b>-20.00</b>	<b>0</b>	0.146
Piedritti - H=0.60m	10 Ø24	-	10 Ø24	-	<b>200.00</b>	<b>0</b>	0.082

## 12 VERIFICHE GEO

Le verifiche sono state condotte considerando i risultati dell'analisi strutturale condotta con il programma di calcolo SAP. In particolare le molle in fondazione.



The screenshot shows the 'Base Reactions' window in SAP. The window title is 'Base Reactions' and it has a menu bar with 'File', 'View', 'Edit', 'Format-Filter-Sort', 'Select', and 'Options'. Below the menu bar, it says 'Units: As Noted' and 'Filter:'. The main area contains a table with the following columns: OutputCase, CaseType Text, StepType Text, GlobalFX KN, GlobalFY KN, GlobalFZ KN, GlobalMX KN-m, GlobalMY KN-m, GlobalMZ KN-m, GlobalX m, and GlobalY m. The table lists 15 rows of data for various SLU cases, all of which are 'Combination' type. The values for GlobalFX, GlobalFY, GlobalFZ, GlobalMX, GlobalMY, and GlobalMZ are non-zero, while GlobalX and GlobalY are zero for all cases.

OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalX m	GlobalY m
SLU 7	Combination		0.031	879.883	7831.707	-2852.9918	-2375.4928	398.2892	0	0
SLU 8	Combination		0.031	879.883	7831.707	-2852.9918	-2375.4928	398.2892	0	0
SLU 15	Combination		0.031	-50.235	7831.695	-689.4089	-2375.4716	37.6771	0	0
SLU 16	Combination		0.031	-50.235	7831.695	-689.4089	-2375.4716	37.6771	0	0
SLU 1	Combination		-0.0001483	-50.235	7831.694	-689.3385	-2375.5511	37.5836	0	0
SLU 2	Combination		-0.0001483	-50.235	7831.694	-689.3385	-2375.5511	37.5836	0	0
SLU 3	Combination		-1038.55	-50.235	7831.694	-689.3385	-4967.7415	-59.6676	0	0
SLU 4	Combination		-1038.55	-50.235	7831.694	-689.3385	-4967.7415	-59.6676	0	0
SLU 13	Combination		-1038.55	-980.354	7831.682	1474.2444	-4967.7204	-420.2797	0	0
SLU 10	Combination		-0.0001483	-980.354	7831.682	1474.2444	-2375.53	-323.0285	0	0
SLU 14	Combination		-1038.55	-980.354	7831.682	1474.2444	-4967.7204	-420.2797	0	0
SLU 9	Combination		-0.0001483	-980.354	7831.682	1474.2444	-2375.53	-323.0285	0	0
SLU 11	Combination		1038.55	899.977	7824.948	-2881.3152	213.7768	480.4134	0	0
SLU 12	Combination		1038.55	899.977	7824.948	-2881.3152	213.7768	480.4134	0	0
SLU 5	Combination		1038.519	-30.141	7824.935	-717.6619	213.7184	119.7078	0	0

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c^* \cdot N_{c0}^* \cdot s_{c0}^* \cdot d_{c0}^* \cdot i_{c0}^* \cdot b_{c0}^* \cdot g_{c0} + q^* \cdot N_{q0}^* \cdot s_{q0}^* \cdot d_{q0}^* \cdot i_{q0}^* \cdot b_{q0}^* \cdot g_{q0} + 0,5 \cdot \gamma^* \cdot B^* \cdot N_{\gamma}^* \cdot s_{\gamma}^* \cdot d_{\gamma}^* \cdot i_{\gamma}^* \cdot b_{\gamma}^* \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_{B0}$  = Eccentricità in direzione B ( $e_{B0} = Mb/N$ )

$e_{L0}$  = Eccentricità in direzione L ( $e_{L0} = MI/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_{L0} = 0$ ;  $L^* = L$ )

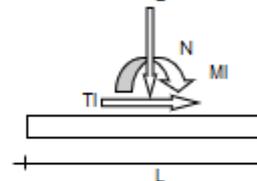
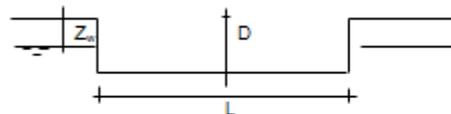
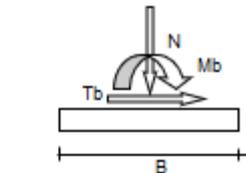
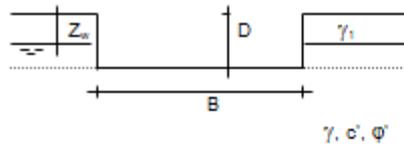
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_{B0}$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_{L0}$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

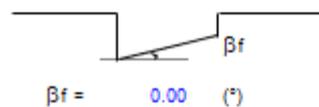
Metodo di calcolo		coefficienti parziali			
		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$
Stato limite ultimo	⊙	1.00	1.30	1.25	1.60
Tensioni ammissibili	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	⊗	1.00	1.00	1.00	1.00

valori suggeriti dall'EC7



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

B = 6.60 (m)  
L = 6.60 (m)  
D = 6.65 (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	7832.00	0.00	7832.00
Mb [kNm]	2852.00	0.00	2852.00
Ml [kNm]	2376.00	0.00	2376.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

**Peso unità di volume del terreno**

$\gamma_1 = 18.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 18.00$  (kN/mc)

**Valori caratteristici di resistenza del terreno**

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 25.00$  (°)

**Valori di progetto**

$c^* = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi^* = 25.00$  (°)

**Profondità della falda**

$Z_w = 15.00$  (m)

$e_u = 0.38$  (m)  
 $e_c = 0.30$  (m)

$B^* = 5.87$  (m)  
 $L^* = 5.99$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**

$q = 119.70$  (kN/mq)

**$\Upsilon$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$\gamma = 18.00$  (kN/mc)

**$N_c, N_q, N\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\gamma \cdot D \cdot \tan \varphi')}$

$N_q = 10.68$

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

$N_c = 20.72$

$N\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N\gamma = 10.88$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$

$s_c = 1.50$

$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$

$s_q = 1.46$

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	111 di 116

$$s_y = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_y = 0.61$$

$i_e, i_q, i_r$ : fattori di inclinazione del carico

$$m_0 = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.51 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_1 = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.49 \quad m = 1.51 \quad (-)$$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  $m=(m_0 \sin^2 \theta + m_1 \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri)

$$i_e = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^{m_0}$$

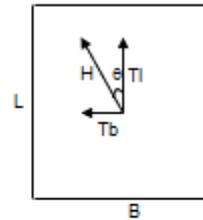
$$i_e = 1.00$$

$$i_q = i_e - (1 - i_e) / (N_q - 1)$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_r = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^{(m-1)}$$

$$i_r = 1.00$$



$d_e, d_q, d_r$ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_e = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_e = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_e = 1.28$$

$$d_q = d_e - (1 - d_e) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_q = 1.29$$

$$d_r = 1$$

$$d_r = 1.00$$

$b_e, b_q, b_r$ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_e = (1 - \beta_l \tan \varphi)^2 \quad \beta_l + \beta_p = 0.00 \quad \beta_l + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_e = 1.00$$

$$b_q = b_e - (1 - b_e) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_r = b_e$$

$$b_r = 1.00$$

$g_e, g_q, g_r$ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_e = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_l + \beta_p = 0.00 \quad \beta_l + \beta_p < 45^\circ$$

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	112 di 116

$$g_{ci} = 1.00$$

$$g_c = g_{ci} - (1 - g_{ci}) / (N_c \tan \varphi)$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_i = g_c$$

$$g_i = 1.00$$

Carico limite unitario

$q_{lim} = 2898.74$	(kN/m <sup>2</sup> )	R3	2.30
		qrd	1173 (kN/m <sup>2</sup> )

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 222.56 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 12.13 \text{ OK}$$

## 13 INCIDENZA ARMATURA

La struttura scatolare presenta un' incidenza per gli elementi strutturali come segue:

- Soletta superiore 0.30m = 140 kg/m<sup>3</sup>;
- Soletta superiore 0.40m = 110kg/m<sup>3</sup>;
- Soletta superiore 0.60m = 210kg/m<sup>3</sup>;
- Solette di fondazione = 110 kg/m<sup>3</sup>;
- Piedritti 0.30m = 135 kg/m<sup>3</sup>;
- Piedritti 0.60m = 310 kg/m<sup>3</sup>;

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale. Si incrementa l'incidenza dell'armatura con 20 kg/m<sup>3</sup> per tener conto dei distanziatori.

### Geometria Localizzazione pozzetto impianto di sollevamento

#### **Soletta superiore 0.30m**

H <sub>sez1</sub>	0.3	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez1</sub>	1	m
Volume unitario	0.3	m <sup>3</sup>

#### **Soletta superiore 0.40m**

H <sub>sez</sub>	0.4	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez</sub>	1	m
Volume unitario	0.4	m <sup>3</sup>

#### **Soletta superiore 0.60m**

H <sub>sez</sub>	0.6	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez</sub>	1	m
Volume unitario	0.6	m <sup>3</sup>

**Soletta fondazione 0.80m**

H <sub>sez</sub>	0.8	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez</sub>	1	m
Volume unitario	0.8	m <sup>3</sup>

**Piedritti 0.30m**

H <sub>sez</sub>	0.3	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez</sub>	1	m
Volume unitario	0.300	m <sup>3</sup>

**Piedritti 0.60m**

H <sub>sez</sub>	0.6	m
B <sub>sez</sub>	1	m
L <sub>sez</sub>	1	m
Volume unitario	0.600	m <sup>3</sup>

Peso acciaio	7850	kg/m <sup>3</sup>
Idennità di legature	0.15	
distanziatori	20	kg/m <sup>3</sup>

**Soletta superiore 0.30m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati superiore 1	14	0.000154	5	6.042
Lati superiore 2	14	0.000154	5	6.042

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	115 di 116

Lati inferiore 1	14	0.000154	5	6.042
Lati inferiore 2	14	0.000154	5	6.042

Incidenza muro frontale **112.65 kg/m<sup>3</sup>**

**Soletta superiore 0.40m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati superiore 1	14	0.000154	5	6.042
Lati superiore 2	14	0.000154	5	6.042
Lati inferiore 1	14	0.000154	5	6.042
Lati inferiore 2	14	0.000154	5	6.042

Incidenza muro frontale **89.48 kg/m<sup>3</sup>**

**Soletta superiore 0.60m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati superiore 1	22	0.00038	8	23.872
Lati superiore 2	22	0.00038	8	23.872
Lati inferiore 1	20	0.000314	8	19.729
Lati inferiore 2	20	0.000314	8	19.729

Incidenza muro frontale **187.14 kg/m<sup>3</sup>**

**Soletta fondazione 0.80m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati superiore 1	18	0.000254	6	11.985
Lati superiore 2	18	0.000254	6	11.985

*Relazione di calcolo*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	ID0002 001	A	116 di 116

Lati inferiore 1	18	0.000254	6	11.985
Lati inferiore 2	18	0.000254	6	11.985

Incidenza muro frontale **88.92 kg/m<sup>3</sup>**

**Piedritti 0.30m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati esterno 1	14	0.000154	5	6.042
Lati esterno 2	14	0.000154	5	6.042
Lati interno 1	14	0.000154	5	6.042
Lati interno 2	14	0.000154	5	6.042

Incidenza muro frontale **112.65 kg/m<sup>3</sup>**

**Piedritti 0.60m**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Lati esterno 1	24	0.000452	10	35.513
Lati esterno 2	24	0.000452	10	35.513
Lati interno 1	24	0.000452	10	35.513
Lati interno 2	24	0.000452	10	35.513

Incidenza muro frontale **292.26 kg/m<sup>3</sup>**