

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 1**

**LOTTO 2**

Bretella CT-SR e Fascio A-P di prima fase e Collegamento Fascio A-P-Interporto - OPERE CIVILI  
CVF e ponti stradali - IV01 CVF NV08 interferenza con Fascio A/P km 3+225 circa - Relazione di calcolo Spalle

SCALA:

-

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

RS3H    02    D    78    CL    IV0104    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	G. Giustino <i>G. Giustino</i>	Marzo 2020	S. Vanfiori <i>S. Vanfiori</i>	Marzo 2020	D. Tiberti Marzo 2020 <i>D. Tiberti</i> ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Generale UO Infrastrutture Sud Prof. Ing. Gerardo Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

File: RS3H.0.2.D.78.CL.IV.01.0.4.001.A

n. Elab.:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	1 di 181

## INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	CALCESTRUZZO SPALLE, SETTI, SOLETTE E MASSETTO PENDENZE (PUNTO 2.6.2.7.6 MDP) .....	6
3.2	CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE E PLINTO DI FONDAZIONE.....	6
3.3	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA).....	7
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	9
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	9
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	9
4.2.1	<i>Combinazione degli effetti dell'azione sismica</i> .....	12
4.2.2	<i>Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni</i> .....	13
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	14
5.1	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	16
6	ANALISI DEI CARICHI.....	17
6.1	PESO PROPRIO (G1).....	17
6.2	PERMANENTI (G2) .....	17
6.3	AZIONI VARIABILI (Q).....	17
6.3.1	<i>Carico mobile stradale</i> .....	17
6.4	AZIONI CLIMATICHE.....	18
6.4.1	<i>Variazione termica uniforme (<math>\epsilon_3</math>)</i> .....	18
6.4.2	<i>Variazione termica differenziale(<math>\epsilon_3</math>)</i> .....	18
6.5	AZIONE DEL VENTO (Q5).....	18
6.6	AZIONE DELLA NEVE .....	18
6.7	RITIRO E VISCOSITÀ.....	19



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	2 di 181

Relazione di calcolo Spalla

6.8	FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA .....	22
6.9	SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO .....	23
6.10	SCARICHI PER SCALZAMENTO.....	26
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	27
8	MODELLAZIONE NUMERICA.....	35
8.1	CODICE DI CALCOLO .....	36
8.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18) .....	36
8.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	37
8.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	37
8.5	PARAMETRI MODELLO GEOTECNICO IV01 .....	38
8.5.1	Rigidezza delle molle orizzontali dei pali .....	39
9	ANALISI MODALE .....	41
10	CRITERI DI VERIFICA .....	45
11	ANALISI DEI RISULTATI .....	49
12	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	72
12.1	PARAMENTO SP 1.80 M.....	72
12.1.1	VERIFICA A TAGLIO.....	74
12.1.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE .....	78
12.1.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE.....	84
12.2	MURO PARAGHIAIA .....	90
12.2.1	VERIFICA A TAGLIO.....	92
12.2.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE .....	96
12.2.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE.....	102
12.3	MURI D'ALA LATERALI SP. 1.0M .....	108
12.3.1	VERIFICA A TAGLIO.....	110
12.3.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE .....	114
12.3.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE.....	122

*Viadotto IV01*

*Relazione di calcolo Spalla*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	3 di 181

12.4	SOLETTA DI FONDAZIONE.....	128
12.4.1	VERIFICA A TAGLIO.....	130
12.4.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22.....	134
12.4.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11.....	140
12.5	SOLETTA DI COPERTURA.....	146
12.5.1	VERIFICA A TAGLIO.....	148
12.5.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22.....	151
12.5.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11.....	157
12.6	PALI DI FONDAZIONE .....	163
12.6.1	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	163
12.6.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....	163
12.7	VERIFICA PALI.....	164
12.7.1	VERIFICA STRUTTURALE.....	164
12.7.2	ANALISI DEI CARICHI.....	164
12.7.3	VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE.....	176
12.7.4	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE .....	178

## 1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa.

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle strutture che costituiscono la "Spalla" del ponte di prima categoria del viadotto IV01 che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

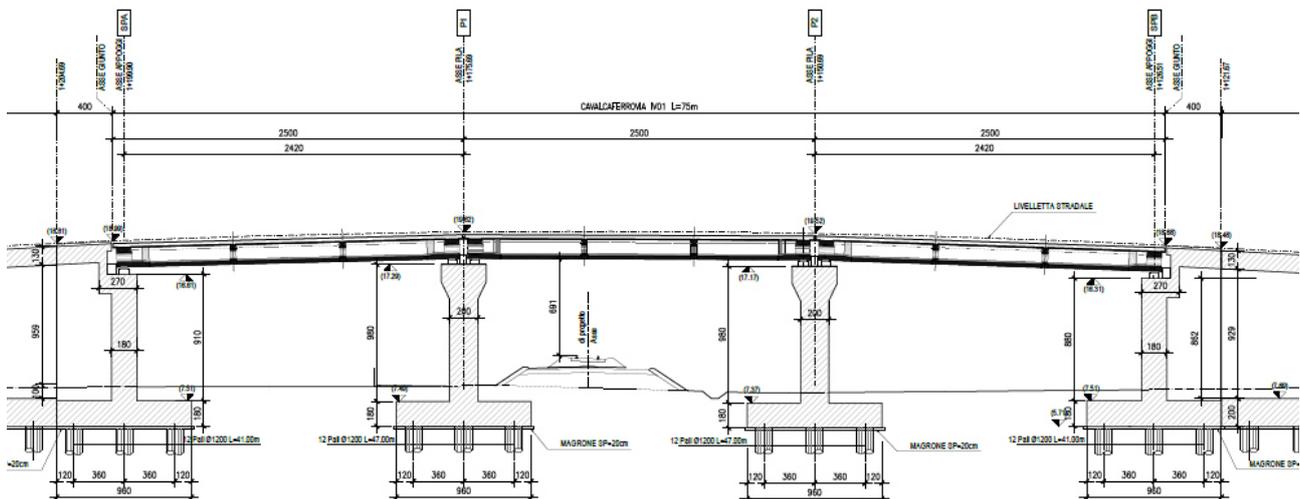


Figura 1 – Viadotto IV01

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>5 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	5 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	5 di 181								

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

Normativa di riferimento:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.3]. 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1–Parte 2
- [N.4]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili
- [N.5]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78</b>	DOCUMENTO <b>CL IV0104 001</b>	REV. <b>A</b>

### 3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

#### 3.1 Calcestruzzo spalle, setti, solette e massetto pendenze (punto 2.6.2.7.6 mdp)

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	50	mm	Copriferro minimo
XC4			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.55 \times f_{ck} =$	17.6	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.4 \times f_{ck} =$	12.8	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52	MPa	Tensione limite di fessurazione

#### 3.2 Calcestruzzo pali di fondazione e plinto di fondazione

Classe	C25/30		
$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica

*Viadotto IV01*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	7 di 181

*Relazione di calcolo Spalla*

$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,08	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1,79	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	31476	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	60/40	mm	Copriferro minimo pali/plinto di fondazione
XC2			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0,55 \times f_{ck} =$	16,5		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0,40 \times f_{ck} =$	12		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	2,52		Tensione limite di fessurazione

### 3.3 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s < 0,75 \times f_{yk} =$	337	MPa	Tensione massima di trazione

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>RS3H</b></td> <td><b>02</b></td> <td><b>D 78</b></td> <td><b>CL IV0104 001</b></td> <td><b>A</b></td> <td>8 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	8 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	8 di 181								

Per il calcestruzzo si adotta il diagramma parabola rettangolo definito da un arco di parabola con la seguente equazione:

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[ 2 \cdot \left( \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right) - \left( \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = 0.85 \cdot f_{cd}; \quad \text{per: } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

in cui  $\varepsilon_{c2}$  e  $\varepsilon_{cu2}$  assumono i seguenti valori:

deformazione in corrispondenza del valore massimo della tensione  $\varepsilon_{c2} = 2.0\%$

deformazione unitaria a rottura  $\varepsilon_{cu2} = 3.5\%$

Per l'acciaio B450C Si adotta il diagramma elastico perfettamente plastico considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima “ $\varepsilon_{ud}$ ” pari a: deformazione unitaria ultima  $\varepsilon_{ud} = 0.9 \times \varepsilon_{uk} = 6.75\%$ .

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>9 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	9 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	9 di 181								

#### 4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa

##### 4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale:  $VN = 75$  anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità  $V < 250$  Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_u = 1.5$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni

##### 4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica /  $V_R$ ) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

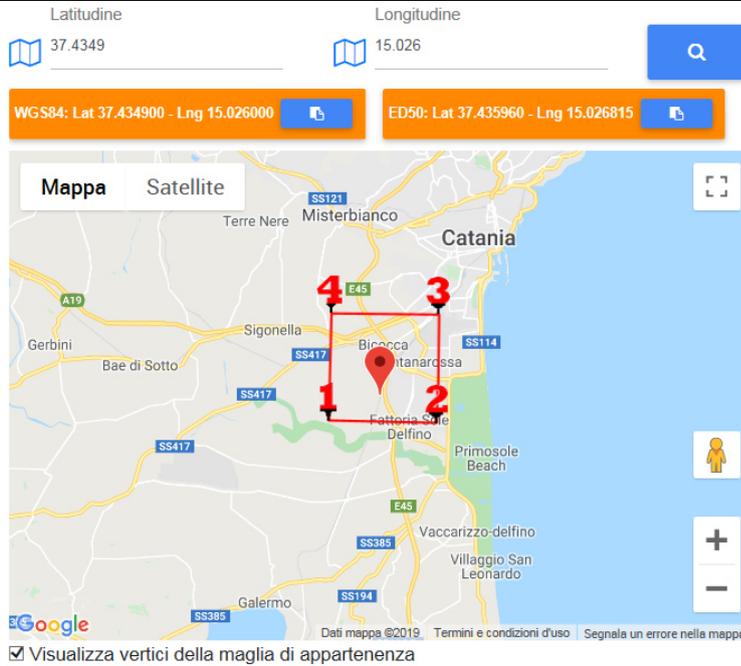
- Categoria sottosuolo **D**

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per gli stati limite di normativa sono dunque:

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	10 di 181



### Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale: 75

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.079	2.503	0.280
Danno (SLD)	113	0.103	2.512	0.291
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.330	2.359	0.467
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.472	2.352	0.527

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 112.5

Cat. Sottosuolo: D

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,23	1,00
CC Coeff. funz categoria	2,36	2,32	1,83	1,72
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0$  → 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 ( $S_T$ ).

## Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

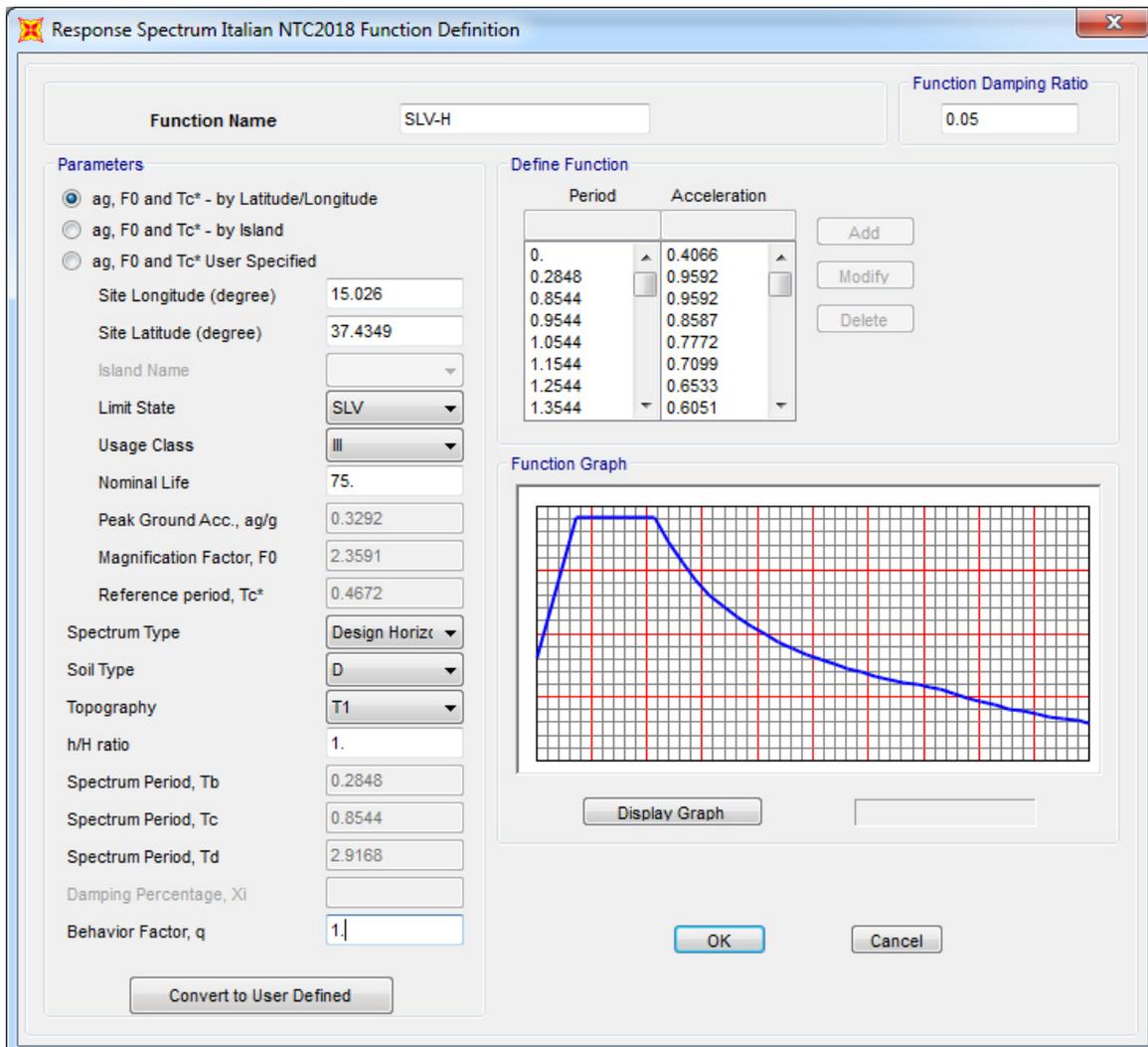
Lat 37.434882 Long 15.025984

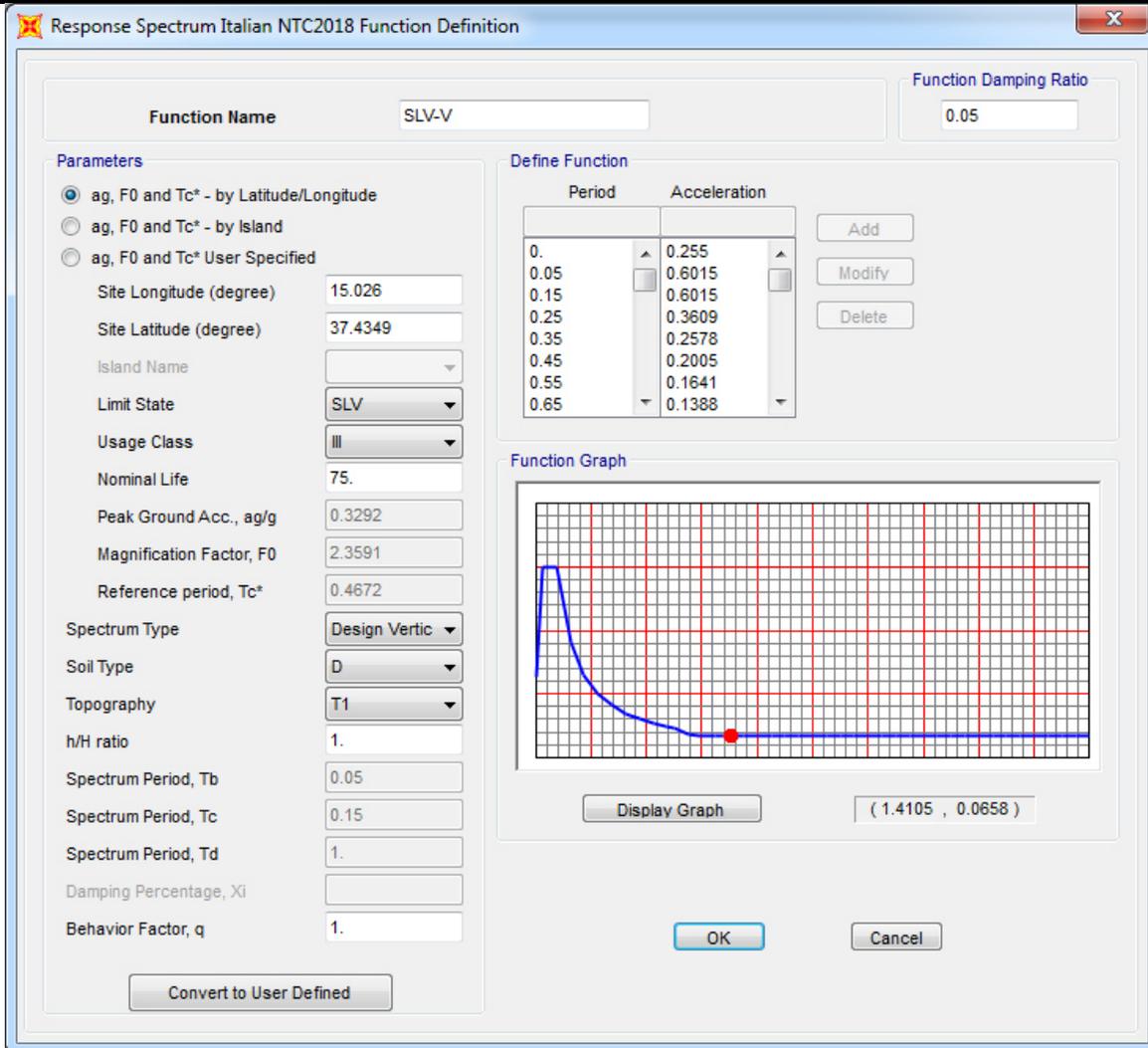
Categoria di sottosuolo tipo D

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 75 anni

$q = 1$





#### 4.2.1 Combinazione degli effetti dell'azione sismica

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X"  $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- Sisma in direzione trasversale "Y"  $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- Sisma in direzione verticale "Z"  $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>13 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	13 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	13 di 181								

#### 4.2.2 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

In accordo con il D.M. 14/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

dove:

$G_1$  ⇒ peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;

$G_2$  ⇒ carichi permanenti portati;

$E$  ⇒ azioni derivanti dai terremoti;

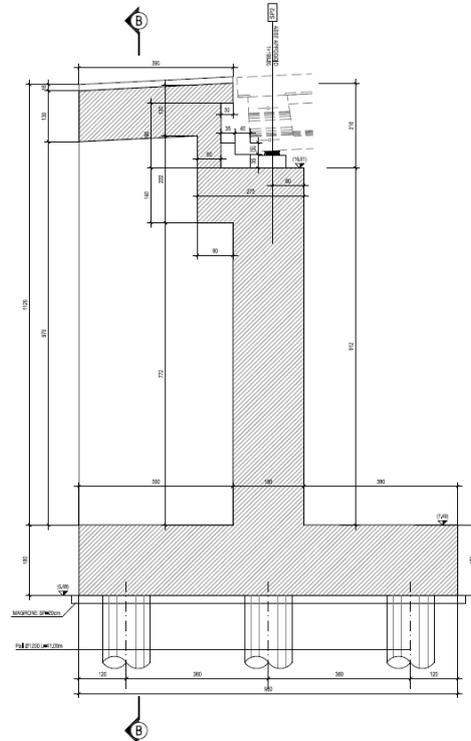
$Q_{kj}$  ⇒ azioni variabili sulla struttura.

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

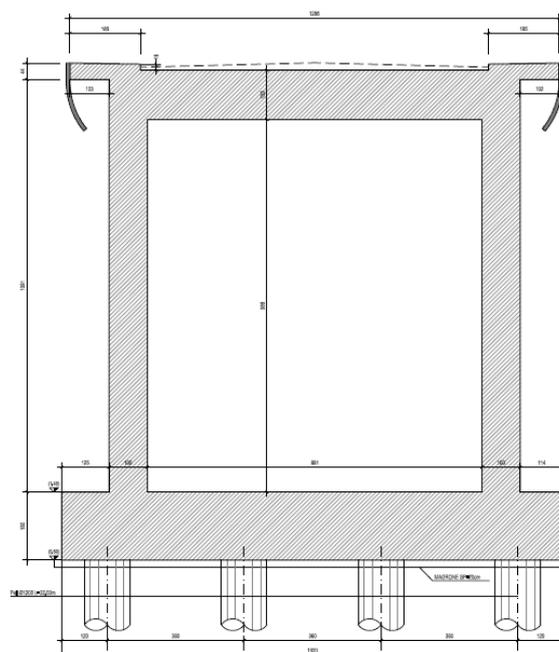
$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà  $\Psi_{2j} = 0.0$ .





**Figura 3 – Sezione trasversale della spalla**



**Figura 4 – Sezione longitudinale della spalla**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

*Viadotto IV01*

*Relazione di calcolo Spalla*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	16 di 181

## 5.1 Esecuzione del manufatto

La spalla in cemento armato viene realizzata in due fasi di getto: fondazione ed elevazione.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78</b>	DOCUMENTO <b>CL IV0104 001</b>	REV. <b>A</b>

## 6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi che interessa la spalla è stata effettuata considerando le azioni provenienti dall'impalcato e quelle direttamente applicate sulla spalla. I carichi trasmessi dall'impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nella relazione dell'impalcato, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

### 6.1 Peso proprio (G1)

Il peso proprio della struttura è calcolato automaticamente dal software di calcolo impiegato.

Paraghiaia (kN/mq)	15.00
Fondazione (kN/mq)	45.00
Elevazione (kN/mq)	45.00
Muri d'ala (kN/mq)	25.00
Soletta di copertura (kN/mq)	32.50

### 6.2 Permanenti (G2)

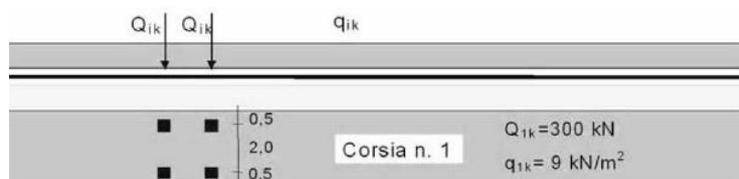
Sono stati considerati i seguenti contributi da applicare alle travi di competenza.

-	Pavimentazione 9 cm	$20 \cdot 0.10 = 2.0 \text{ kN/m}^2$
-	Riempimento soletta superiore h=0.11 m	$20 \cdot 0.11 = 2.20 \text{ kN/m}^2$
-	Rinterro a valle h=80 cm	$20 \cdot 0.80 = 16 \text{ kN/m}^2$

### 6.3 Azioni variabili (Q)

#### 6.3.1 Carico mobile stradale

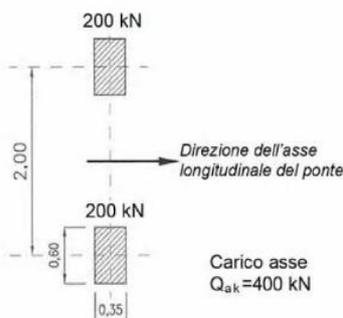
In accordo con la normativa vigente (Circolare 2019 C5.1.3.3.5.1), ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si considera applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m.



Schema di carico 1

Carico stradale concentrato Q1k (kN)	600
Lunghezza di ripartizione lungo x (m) =	2.20
Larghezza di ripartizione lungo y (m)	3.00
Carico stradale distribuito Q1k (kN/mq)	90.91
Carico stradale q1k (kN/mq)	9.00
Totale (kN/mq)	99,91

Esclusivamente per la verifica locale della soletta di copertura, si utilizza lo Schema 2, costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m e di altezza 0,35 m. Nel caso sia più gravoso, si considera il peso di una singola ruota da 200 kN.



*Schema di carico 2 per verifiche locali*

Si considerano i carichi verticali associati agli schemi di carico 1 già amplificati con coefficiente dinamico pari a 1.

## 6.4 Azioni climatiche

### 6.4.1 Variazione termica uniforme ( $\epsilon_3$ )

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC18. Si prevede una variazione termica pari a  $\pm 15$  °C. La variazione termica uniforme non produce effetti globali in termini di tensione sulla spalla.

### 6.4.2 Variazione termica differenziale ( $\epsilon_3$ )

È stata considerata una differenza di temperatura sull'elevazione della spalla pari a  $\pm 5$  °C.

## 6.5 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento è considerata trascurabile.

## 6.6 Azione della Neve

Poichè l'azione della neve non è concomitante con i carichi da traffico è considerata trascurabile.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	19 di 181

## 6.7 Ritiro e Viscosità

### Ritiro elevazione paramento

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
<b>Calcolo dell'azione prodotta da ritiro</b>			
	Rck	40	
	f <sub>ck</sub>	33.20 N/mm <sup>2</sup>	
resistenza a compressione media	f <sub>cm</sub>	41.20 N/mm <sup>2</sup>	
modulo elastico secante	E <sub>cm</sub>	33642.78 N/mm <sup>2</sup>	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t <sub>s</sub>	2 gg	
età del cls al momento del carico	t <sub>0</sub>	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	1160 cm	
altezza sezione	H	180 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A <sub>c</sub>	20880000 mm <sup>2</sup>	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	26800 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h <sub>0</sub> =2A <sub>c</sub> /u	1558.21 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t <sub>0</sub> corretto in funz del tipo di cem	t <sub>0</sub>	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β <sub>c</sub> (f <sub>cm</sub> )	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	b <sub>c</sub> (t <sub>0</sub> )	0.65	
coeff. della resistenza del cls	a <sub>1</sub>	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>2</sub>	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>3</sub>	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β <sub>H</sub>	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β <sub>c</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ <sub>RH</sub>	1.186	
coeff. nominale della viscosità	φ <sub>0</sub>	2.016	
coeff. di viscosità	φ(t, t <sub>0</sub> )	1.98	
Modulo elastico al tempo t	E <sub>cm</sub> (t, t <sub>0</sub> )	11272.1 N/mm <sup>2</sup>	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fuazione di h <sub>0</sub>	k <sub>h</sub>	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β <sub>cs</sub> (t, t <sub>s</sub> )	0.912	
def. di ritiro per essiccamento	ε <sub>cd</sub> (t)	0.000272	
deformazione di base	ε <sub>cd,0</sub>	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds1</sub>	6	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds2</sub>	0.11	
	β <sub>RH</sub>	0.896094	
	β <sub>as</sub> (t)	1	
	ε <sub>ca,00</sub>	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε <sub>ca</sub>	5.8E-05	
deformazione di ritiro	ε <sub>s</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.00033	
Variazione termica uniforme	ΔT <sub>ritiro</sub>	-11.1 °C	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	20 di 181

## Ritiro muro d'ala

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
<b>Calcolo dell'azione prodotta da ritiro</b>			
	Rck	40	
	f <sub>ck</sub>	33.20 N/mm <sup>2</sup>	
resistenza a compressione media	f <sub>cm</sub>	41.20 N/mm <sup>2</sup>	
modulo elastico secante	E <sub>cm</sub>	33642.78 N/mm <sup>2</sup>	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t <sub>s</sub>	2 gg	
età del cls al momento del carico	t <sub>0</sub>	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	390 cm	
altezza sezione	H	100 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A <sub>c</sub>	3900000 mmq	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	9800 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h <sub>0</sub> =2A <sub>c</sub> /u	795.92 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t <sub>0</sub> corretto in funz del tipo di cem	t <sub>0</sub>	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β <sub>c</sub> (f <sub>cm</sub> )	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	b <sub>c</sub> (t <sub>0</sub> )	0.65	
coeff. della resistenza del cls	a <sub>1</sub>	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>2</sub>	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>3</sub>	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β <sub>H</sub>	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β <sub>c</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ <sub>RH</sub>	1.233	
coeff. nominale della viscosità	φ <sub>0</sub>	2.096	
coeff. di viscosità	φ(t, t <sub>0</sub> )	2.06	
Modulo elastico al tempo t	E <sub>cm</sub> (t, t <sub>0</sub> )	10984.3 N/mm <sup>2</sup>	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fuzione di h <sub>0</sub>	k <sub>h</sub>	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β <sub>cs</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.966	
def. di ritiro per essiccamento	ε <sub>cd</sub> (t)	0.0002881	
deformazione di base	ε <sub>cd,0</sub>	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds1</sub>	6	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds2</sub>	0.11	
	β <sub>RH</sub>	0.8960938	
	β <sub>as</sub> (t)	1	
	ε <sub>ca,∞</sub>	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε <sub>ca</sub>	5.8E-05	
deformazione di ritiro	ε <sub>s</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.0003461	
Variazione termica uniforme	ΔT <sub>ritiro</sub>	-11.3 °C	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	21 di 181

## Ritiro Soletta di copertura

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
<b>Calcolo dell'azione prodotta da ritiro</b>			
	Rck	40	
	f <sub>ck</sub>	33.20 N/mm <sup>2</sup>	
resistenza a compressione media	f <sub>cm</sub>	41.20 N/mm <sup>2</sup>	
modulo elastico secante	E <sub>cm</sub>	33642.78 N/mm <sup>2</sup>	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t <sub>s</sub>	2 gg	
età del cls al momento del carico	t <sub>0</sub>	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	1160 cm	
altezza sezione	H	130 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A <sub>c</sub>	15080000 mm <sup>2</sup>	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	25800 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h <sub>0</sub> =2A <sub>c</sub> /u	1168.99 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t <sub>0</sub> corretto in funz del tipo di cem	t <sub>0</sub>	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β <sub>c</sub> (f <sub>cm</sub> )	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	b <sub>c</sub> (t <sub>0</sub> )	0.65	
coeff. della resistenza del cls	a <sub>1</sub>	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>2</sub>	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α <sub>3</sub>	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β <sub>H</sub>	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β <sub>c</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ <sub>RH</sub>	1.205	
coeff. nominale della viscosità	φ <sub>0</sub>	2.048	
coeff. di viscosità	φ(t, t <sub>0</sub> )	2.02	
Modulo elastico al tempo t	E <sub>cm</sub> (t, t <sub>0</sub> )	11155.0 N/mm <sup>2</sup>	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h <sub>0</sub>	k <sub>th</sub>	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β <sub>cs</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.941	
def. di ritiro per essiccamento	ε <sub>cd</sub> (t)	0.0002807	
deformazione di base	ε <sub>cd,0</sub>	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds1</sub>	6	
coeff. per il tipo di cemento	α <sub>ds2</sub>	0.11	
	β <sub>RH</sub>	0.8960938	
	β <sub>as</sub> (t)	1	
	ε <sub>ca,∞</sub>	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε <sub>ca</sub>	5.8E-05	
deformazione di ritiro	ε <sub>s</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.0003387	
Variazione termica uniforme	ΔT <sub>ritiro</sub>	-11.2 °C	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	22 di 181

## 6.8 FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA

Poichè le spalle dell'impalcato sono completamente fuori terra le forze di inerzia agenti possono essere assunte pari al prodotte delle masse per l'accelerazione massima al suolo  $ag/g \cdot S$  nel caso in cui il sistema costituito da spalla e impalcato sia considerabile come infinitamente rigido (periodo proprio  $T_1$  inferiore a 0,05s); altrimenti se  $T_1$  risulta maggiore di 0.05s, si dovrà fare riferimento all'accelerazione valutata con lo spettro di progetto in corrispondenza del primo periodo di vibrazione della struttura  $T_1$ .

In conclusione le forze d'inerzia legate alla massa strutturale della spalla sono state definite:

- in direzione orizzontale x e y moltiplicando le masse strutturali per il coefficiente sismico **Sd (T=T1) SLV-H**
- in direzione verticale z attraverso la funzione Gravity Multipliers di SAP2000, assegnando al moltiplicatore della gravità il valore **Sd (T=T1) SLV-V**.

Risulta quindi:

Dati per analisi sismica NTC:	
Sottosuolo tipo	D
Categoria topografica	T1
q=	1.00
$S_s =$	1.23
$S_T =$	1.00
$\beta_m =$	1.00
$a_g/g =$	0.329
$\eta =$	1.000
F0 =	2.359
TC* =	0.467 s
Cc =	1.83
TB =	0.285 s
TC =	0.855

Primo periodo proprio  $T_1 = 0.10400$  s  
 $Se(T) = 0.606 \quad 0 < T < TB$

$T_1 > 0.05$  s OK

$K_h = 0.606$

$K_v = 0.303$

### AZIONE SISMICA SU STRUTTURA

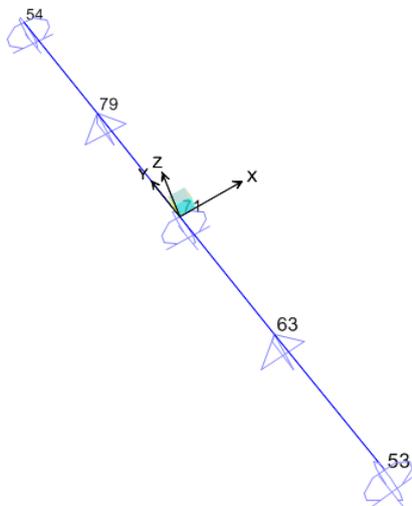
Forza orizzontale su paramento (KN/mq)	27.3
Forza orizzontale su paraghiaia (kN/mq)	9.1
Forza orizzontale su muri d'ala (kN/mq)	15.1
Forza orizzontale su parete chiusura (kN/mq)	0.0
Forza orizzontale su fondazione (KN/m)	49.1
Inerzia verticale su elevazione (gravity)	0.303
Forza verticale riempimento su fondazione all'esterno dei muri d'ala (kN/mq)	4.85

## 6.9 SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO

Il collegamento tra le spalle e l'impalcato avviene mediante due apparecchi di appoggio fissi e t apparecchi di appoggio mobili multidirezionali.

Di seguito si riportano i carichi trasmessi dall' impalcato analizzato in altra relazione di calcolo.

Con riferimento alla figura seguente si riportano gli scarichi massimi dell'impalcato agenti sulla spalla fissa:



### FASE 1

**TABLE: Joint Reactions SLU-01**

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	811.483
54	SLU-01	Combination	0	0	811.483
63	SLU-01	Combination	0	0	804.705
71	SLU-01	Combination	0	0	791.758
79	SLU-01	Combination	0	0	804.705

**TABLE: Joint Reactions SLE**

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	566.84
54	SLE	Combination	0	0	566.84
63	SLE	Combination	0	0	567.093
71	SLE	Combination	0	0	557.686
79	SLE	Combination	0	0	567.093

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	24 di 181

## FASE 2

**TABLE: Joint Reactions INV SLU STR**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1202.033
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	157.272
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	667.993
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	110.59
63	INV SLU STR	Combination	Max	881.769	112.754	1629.398
63	INV SLU STR	Combination	Min	-869.612	-319.667	39.952
71	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1783.467
71	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-133.321
79	INV SLU STR	Combination	Max	869.612	161.288	957.805
79	INV SLU STR	Combination	Min	-881.769	-232.239	20.281

## FASE 1 + FASE 2

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	0.0	0.0	-695.6
54	G1+G2	0.0	0.0	-695.6
63	G1+G2	0.0	0.0	-598.6
71	G1+G2	0.0	0.0	-627.5
79	G1+G2	0.0	0.0	-598.6

## SPALLA

SOMMA F3	PESO TOT	a_max	N° FISSI	F1 MAX	F2 MAX
3215.8	6431.6	0.606	2	1948.8	974.4

**TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	347.143
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-89.692
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	347.143
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-89.692
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	1948.8	974.4	226.081
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-1948.8	-974.4	-163.136
71	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	266.432
71	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-126.743
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	1948.8	974.4	226.081
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-1948.8	-974.4	-163.136

**TABLE: Joint Reactions INV-SLERA**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	873.341
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	153.482
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	477.573
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	64.682
63	INV-SLERA	Combination	Max	653.719	85.469	1201.866
63	INV-SLERA	Combination	Min	-643.6	-234.505	45.86
71	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1311.141
71	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-108.702
79	INV-SLERA	Combination	Max	643.6	120.04	703.975
79	INV-SLERA	Combination	Min	-653.719	-171.123	45.974

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	25 di 181

Relazione di calcolo Spalla

**TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	668.62
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	128.726
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	370.561
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	60.892
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	494.045	73.739	898.477
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-478.945	-166.495	31.472
71	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	986.069
71	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-78.813
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	478.945	99.906	522.261
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-494.045	-118.72	28.76

**TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	128.726
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	128.726
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	128.726
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	128.726
63	INV-SLEQP	Combination	Max	-1.7E-08	0.076	31.472
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-1.7E-08	-2.465	31.472
71	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	69.844
71	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	69.844
79	INV-SLEQP	Combination	Max	1.68E-08	2.465	31.472
79	INV-SLEQP	Combination	Min	1.65E-08	-0.076	31.472

## FASE 1 + FASE 2

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-2013.5
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1479.5
63	INV SLU STR	881.8	319.7	-2434.1
71	INV SLU STR	0.0	0.0	-2575.2
79	INV SLU STR	881.8	232.2	-1762.5

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-914.0
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-914.0
63	INV SLU SISMICO	1948.8	974.4	-793.2
71	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-824.1
79	INV SLU SISMICO	1948.8	974.4	-793.2

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1440.2
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-1044.4
63	INV-SLERA	653.7	234.5	-1769.0
71	INV-SLERA	0.0	0.0	-1868.8
79	INV-SLERA	653.7	171.1	-1271.1

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	26 di 181

Relazione di calcolo Spalla

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1235.5
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-937.4
63	INV-SLEFRE	494.0	166.5	-1465.6
71	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1543.8
79	INV-SLEFRE	494.0	118.7	-1089.4

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-695.6
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-695.6
63	INV-SLEQP	0.0	2.5	-598.6
71	INV-SLEQP	0.0	0.0	-627.5
79	INV-SLEQP	0.0	2.5	-598.6

## 6.10 SCARICHI PER SCALZAMENTO

Per la verifica a scalzamento si devono considerare gli scarichi sui singoli pali prodotti dalla combinazione eccezionale G1+G2+0.8Q.

A scopo cautelativo ed in favore di sicurezza si considera la combinazione di carico SLERARA sia per l'impalcato che per la spalla:

COMBO	SLER	IMPALCATO
G1	1	
G2	1	
C1-SCHEMA-1	1	
C2-SCHEMA-2	1	
C3-SCHEMA-3	1	
C1-FRE	1	
C2-FRE	1	
C3-FRE	1	
Q5	1	
Qw	0.6	
TEMP	0.6	
Ritiro	0.6	

COMBO	SLER	SPALLA	IV01
DEAD	1		
PERM	1		
ACC	1		
REAZ_IMP_SLER	1		
TERMICO	0.6		
RITIRO	1		

### SCARICHI PALI - SPALLA IV01

N=	<b>2780</b>	KN
V=	<b>148</b>	KN

Per la verifica a scalzamento si rimanda a specifica relazione di calcolo: elaborato RS3H.0.2.D.78.RH.GE.00.0.5.006.A.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>27 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	27 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	27 di 181								

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC18, si definiscono le seguenti combinazioni di:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente  $\psi_{2i}$  per i carichi mobili è pari a  $\psi_{2i} = 0.0$ .

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione  $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$  e  $\Psi$  sono ricavati dalle tabelle delle NTC 18 (tabella 5.I.V e tabella 5.I.VI di NTC18).

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	28 di 181

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

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	29 di 181

Relazione di calcolo Spalla

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLU1	Linear Add	DEAD	1.35
SLU1		PERM	1.35
SLU1		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU1		TERMICO	0.9
SLU1		RITIRO	1.2
SLU1		ACC	1.35
SLU2	Linear Add	DEAD	1.35
SLU2		PERM	1.35
SLU2		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU2		TERMICO	0.9
SLU2		RITIRO	0
SLU2		ACC	1.35
SLU3	Linear Add	DEAD	1.35
SLU3		PERM	1.35
SLU3		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU3		TERMICO	0
SLU3		RITIRO	1.2
SLU3		ACC	1.35
SLU4	Linear Add	DEAD	1.35
SLU4		PERM	1.35
SLU4		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU4		TERMICO	0
SLU4		RITIRO	0
SLU4		ACC	1.35
SLU5	Linear Add	DEAD	1.35
SLU5		PERM	1.35
SLU5		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU5		TERMICO	1.5
SLU5		RITIRO	1.2
SLU5		ACC	1.0125
SLU6	Linear Add	DEAD	1.35
SLU6		PERM	1.35
SLU6		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU6		TERMICO	1.5
SLU6		RITIRO	0
SLU6		ACC	1.0125
SLU7-LOCALE	Linear Add	DEAD	1.35
SLU7-LOCALE		PERM	1.35
SLU7-LOCALE		ACC ISOLATO	1.35

*Viadotto IV01*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	30 di 181

*Relazione di calcolo Spalla*

SLER1	Linear Add	DEAD	1
SLER1		PERM	1
SLER1		REAZ_IMP_SLER	1
SLER1		TERMICO	1
SLER1		RITIRO	1
SLER1		ACC	0.75
SLER2	Linear Add	DEAD	1
SLER2		PERM	1
SLER2		REAZ_IMP_SLER	1
SLER2		TERMICO	0.6
SLER2		RITIRO	0
SLER2		ACC	1
SLER3	Linear Add	DEAD	1
SLER3		PERM	1
SLER3		REAZ_IMP_SLER	1
SLER3		TERMICO	0
SLER3		RITIRO	1
SLER3		ACC	1
SLER4	Linear Add	DEAD	1
SLER4		PERM	1
SLER4		REAZ_IMP_SLER	1
SLER4		TERMICO	0
SLER4		RITIRO	0
SLER4		ACC	0
SLEF1	Linear Add	DEAD	1
SLEF1		PERM	1
SLEF1		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF1		TERMICO	0.6
SLEF1		RITIRO	1
SLEF1		ACC	0.75
SLEF2	Linear Add	DEAD	1
SLEF2		PERM	1
SLEF2		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF2		TERMICO	0.6
SLEF2		RITIRO	0
SLEF2		ACC	0.75
SLEF3	Linear Add	DEAD	1
SLEF3		PERM	1
SLEF3		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF3		TERMICO	0
SLEF3		RITIRO	1
SLEF3		ACC	0.75
SLEF4	Linear Add	DEAD	1
SLEF4		PERM	1
SLEF4		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF4		TERMICO	0
SLEF4		RITIRO	0
SLEF4		ACC	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

*Viadotto IV01*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	31 di 181

*Relazione di calcolo Spalla*

SLEQP1	Linear Add	DEAD	1
SLEQP1		PERM	1
SLEQP1		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP1		TERMICO	0.5
SLEQP1		RITIRO	1
SLEQP2	Linear Add	DEAD	1
SLEQP2		PERM	1
SLEQP2		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP2		TERMICO	0.5
SLEQP2		RITIRO	0
SLEQP3	Linear Add	DEAD	1
SLEQP3		PERM	1
SLEQP3		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP3		TERMICO	0
SLEQP3		RITIRO	1
SLEQP4	Linear Add	DEAD	1
SLEQP4		PERM	1
SLEQP4		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP4		TERMICO	0
SLEQP4		RITIRO	0
SLER-ISOLATO	Linear Add	DEAD	1
SLER-ISOLATO		PERM	1
SLER-ISOLATO		ACC ISOLATO	1
SLEF-ISOLATO	Linear Add	DEAD	1
SLEF-ISOLATO		PERM	1
SLEF-ISOLATO		ACC ISOLATO	0.75



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	32 di 181

Relazione di calcolo Spalla

**TABLE: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLV1	Linear Add	DEAD	1
SLV1		PERM	1
SLV1		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV1		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV1		INERZIAS_SISM_x	1
SLV1		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV1		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV1		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV1		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV1		TERMICO	0.5
SLV2	Linear Add	DEAD	1
SLV2		PERM	1
SLV2		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV2		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV2		INERZIAS_SISM_x	1
SLV2		INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV2		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV2		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV2		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV2		TERMICO	0.5
SLV3	Linear Add	DEAD	1
SLV3		PERM	1
SLV3		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV3		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV3		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV3		INERZIAS_SISM_y_+	1
SLV3		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV3		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV3		REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV3		TERMICO	0.5
SLV4	Linear Add	DEAD	1
SLV4		PERM	1
SLV4		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV4		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV4		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV4		INERZIAS_SISM_y_-	1
SLV4		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV4		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV4		REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV4		TERMICO	0.5
SLV5	Linear Add	DEAD	1
SLV5		PERM	1
SLV5		INERZIAT_SISM_z	-1
SLV5		INERZIAS_SISM_z	-1
SLV5		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV5		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV5		REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV5		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV5		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV5		TERMICO	0.5

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	33 di 181

SLV6	Linear Add	DEAD	1
SLV6		PERM	1
SLV6		INERZIAT_SISM_z	1
SLV6		INERZIAS_SISM_z	1
SLV6		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV6		INERZIAS_SISM_y_	0.3
SLV6		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV6		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV6		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV6		TERMICO	0.5
SLV7	Linear Add	DEAD	1
SLV7		PERM	1
SLV7		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV7		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV7		INERZIAS_SISM_x	1
SLV7		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV7		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV7		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV7		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV7		TERMICO	0.5
SLV8	Linear Add	DEAD	1
SLV8		PERM	1
SLV8		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV8		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV8		INERZIAS_SISM_x	1
SLV8		INERZIAS_SISM_y_	0.3
SLV8		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV8		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV8		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV8		TERMICO	0.5
SLV9	Linear Add	DEAD	1
SLV9		PERM	1
SLV9		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV9		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV9		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV9		INERZIAS_SISM_y_+	1
SLV9		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV9		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV9		REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV9		TERMICO	0.5

*Viadotto IV01*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	34 di 181

*Relazione di calcolo Spalla*

SLV10	Linear Add	DEAD	1
SLV10		PERM	1
SLV10		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV10		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV10		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV10		INERZIAS_SISM_y-	1
SLV10		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV10		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV10		REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV10		TERMICO	0.5
SLV11	Linear Add	DEAD	1
SLV11		PERM	1
SLV11		INERZIAT_SISM_z	-1
SLV11		INERZIAS_SISM_z	-1
SLV11		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV11		INERZIAS_SISM_y+	0.3
SLV11		REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV11		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV11		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV11		TERMICO	0.5
SLV12	Linear Add	DEAD	1
SLV12		PERM	1
SLV12		INERZIAT_SISM_z	1
SLV12		INERZIAS_SISM_z	1
SLV12		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV12		INERZIAS_SISM_y-	0.3
SLV12		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV12		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV12		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV12		TERMICO	0.5

## 8 MODELLAZIONE NUMERICA

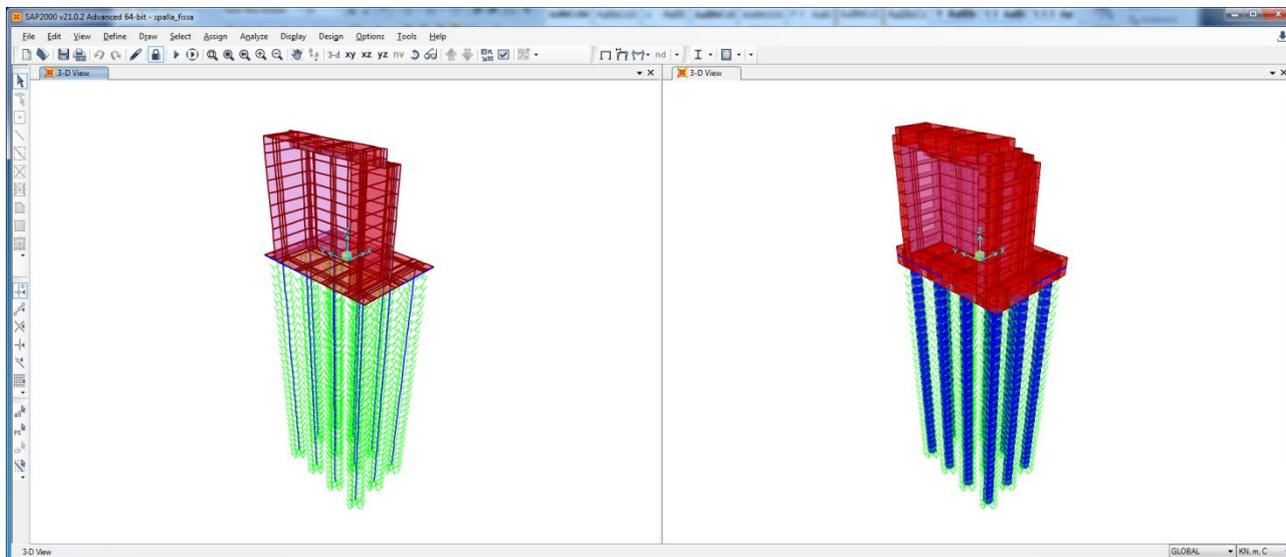
Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP 2000 V. 21 , schematizzando l'intera struttura con un modello tridimensionale agli elementi finiti.

Tutti gli elementi strutturali della spalla sono stati descritti come elementi bidimensionali a shell, mentre la palificata di sostegno è stata descritta con elementi monodimensionali a trave (frame). Al fine di schematizzare l'interazione terreno – struttura, si sono assegnate, ai nodi di estremità dei frame dei pali, molle elastiche alla Winkler in entrambe le direzioni orizzontali, x e y, per tutto lo sviluppo dei pali.

Nella figura di seguito riportata si evidenzia il modello tridimensionale implementato.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale



**Figura 5: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Spalla**

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>36 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	36 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	36 di 181								

## 8.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

## 8.2 Tipo di analisi svolta (paragrafo 10.2 del DM 17-01-18)

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.1.0.

Gli elementi costituenti la struttura delle spalle sono stati modellati utilizzando elementi bidimensionali (shell) mentre per i pali degli elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica lineare con forze equivalenti secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 2018.

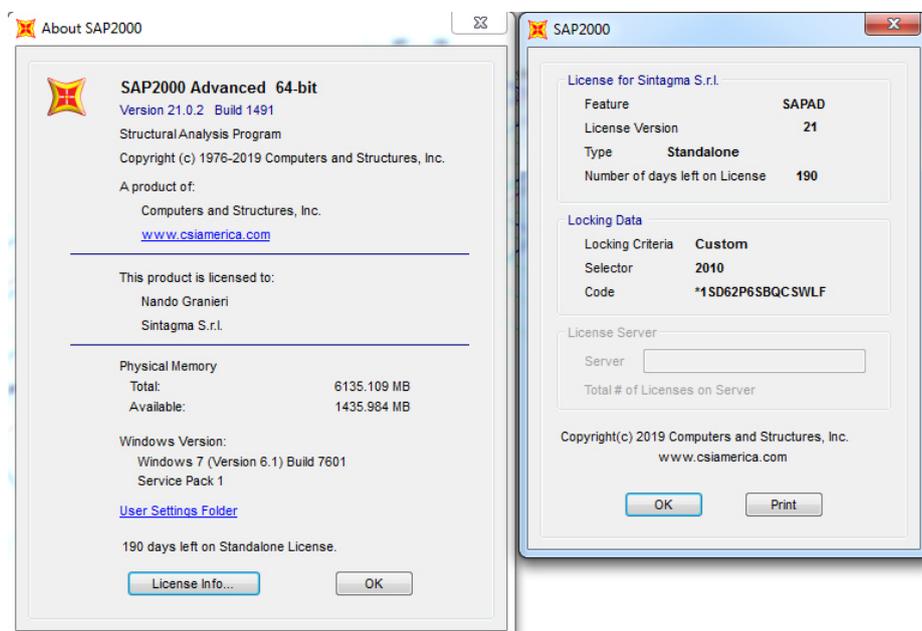
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.1.0

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA          INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.          MACROFASE FUNZIONALE 1          LOTTO 02</p>												
<p><i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>RS3H</b></td> <td><b>02</b></td> <td><b>D 78</b></td> <td><b>CL IV0104 001</b></td> <td><b>A</b></td> <td>37 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	37 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3H</b>	<b>02</b>	<b>D 78</b>	<b>CL IV0104 001</b>	<b>A</b>	37 di 181								

### 8.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL. Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



**Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore è inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.**

### 8.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78</b>	DOCUMENTO <b>CL IV0104 001</b>	REV. <b>A</b>

## 8.5 Parametri modello geotecnico IV01

La tabella che segue fornisce la stratigrafia di riferimento per il dimensionamento delle opere.

PK 1+118,61		PK 1+207,80	
<b>IV01</b>			
<b>Incrocio con Bretella CT-SR (PK 3+224,60)</b>			
<b>stratigrafia</b>			
-			
RIPORTO	2		
U1	12.5		
U2	4.5		
U2a	17.5		
U2	12		
<b>sondaggi</b>			
nome	PK (CT-SR)	Q.ta	D ASSE
PZ7	3+154,66	9.13	11 dx

**Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento IV01**

### UNITA' GEOTECNICHE

	Unità U1 – Sabbie Limose (bb2 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U1a – Argille limose e limi argillosi (bb3 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U2 – Sabbia, sabbia limosa (bn2 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2a – Limi argillosi (bn3 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2b – Ghiaia sabbiosa (bn1 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U3 – Argilla limosa (FAG- Formazione delle argille grigio-azzurre)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>39 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	39 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	39 di 181								

### 8.5.1 Rigidezza delle molle orizzontali dei pali

La rigidezza delle molle è stata valutata secondo le indicazioni contenute in Viggiani (1999).

Per la valutazione degli spostamenti dei pali di fondazione, ai fini del controllo dell'attivazione della condizione di spinta attiva del terreno, è stato determinato il valore del coefficiente  $k_h$ .

Per terreni coesivi, Broms suggerisce di correlare il valore di  $k_h$  al modulo secante  $E_{50}$ , che a sua volta può essere correlato alla coesione non drenata  $c_u$ . Si ha quindi:

$$k_h = 400 c_u/d$$

Nel caso di terreni non coesivi l'andamento del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la profondità secondo la seguente espressione

$$k_h = n_h z/d$$

dove  $n_h$  per sabbie immerse caratterizzate da uno stato di addensamento medio, è pari a  $5000 \text{ kN/m}^3$ .

I valori della rigidezza del terreno sono applicati sui pali tenendo conto delle distanza tra due nodi consecutivi dell'elemento frame (1.0 m) con cui è stato schamantizzato il palo nella modellazione.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	40 di 181

d (m)	1.2	
n <sub>h</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	5000	U1 -U2 - U2B
cu (kN/m <sup>2</sup> )	45	U1A
cu (kN/m <sup>2</sup> )	45	U2A

	z (m)	k <sub>h</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	k <sub>n</sub> (kN/m)
U1	0	0	0
	1	5000	3000
	2	10000	12000
	3	15000	18000
	4	20000	24000
	5	25000	30000
	6	30000	36000
	7	35000	42000
	8	40000	48000
	9	45000	54000
	10	50000	60000
	11	55000	66000
U2	12	60000	72000
	13	65000	78000
	14	70000	84000
	15	75000	90000
	16	80000	96000
U2A	17	85000	102000
	18	15000	18000
	19	15000	18000
	20	15000	18000
	21	15000	18000
	22	15000	18000
	23	15000	18000
	24	15000	18000
	25	15000	18000
	26	15000	18000
	27	15000	18000
	28	15000	18000
	29	15000	18000
	30	15000	18000
	31	15000	18000
	32	15000	18000
	33	15000	18000
	34	15000	18000
U2	35	175000	210000
	36	180000	216000
	37	185000	222000
	38	190000	228000
	39	195000	234000
	40	200000	240000
	41	205000	246000
	42	210000	252000
	43	215000	258000
	44	220000	264000
	45	225000	270000
	46	230000	276000

## 9 ANALISI MODALE

Per l'analisi modale della spalla si considera il modello di calcolo precedente senza il contributo dei pali di fondazione al posto dei quali si inseriscono degli appoggi fissi. Le masse provenienti dall'impalcato coerentemente allo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio tra spalla e impalcato. Con lo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio della spalla fissa riportato di seguito le masse applicate ai nodi sono quelle della seguente tabella:

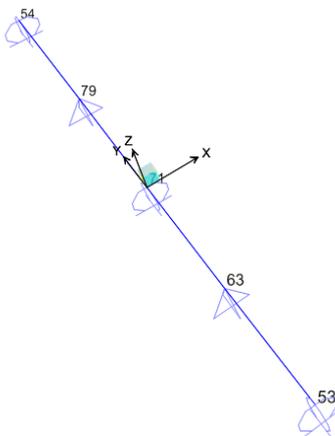


Figura 6 – Nodi impalcato

### FASE 1

TABLE: Joint Reactions G1+G2

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	Combination	0	0	566.84
54	G1+G2	Combination	0	0	566.84
63	G1+G2	Combination	0	0	567.093
71	G1+G2	Combination	0	0	557.686
79	G1+G2	Combination	0	0	567.093

### FASE 2

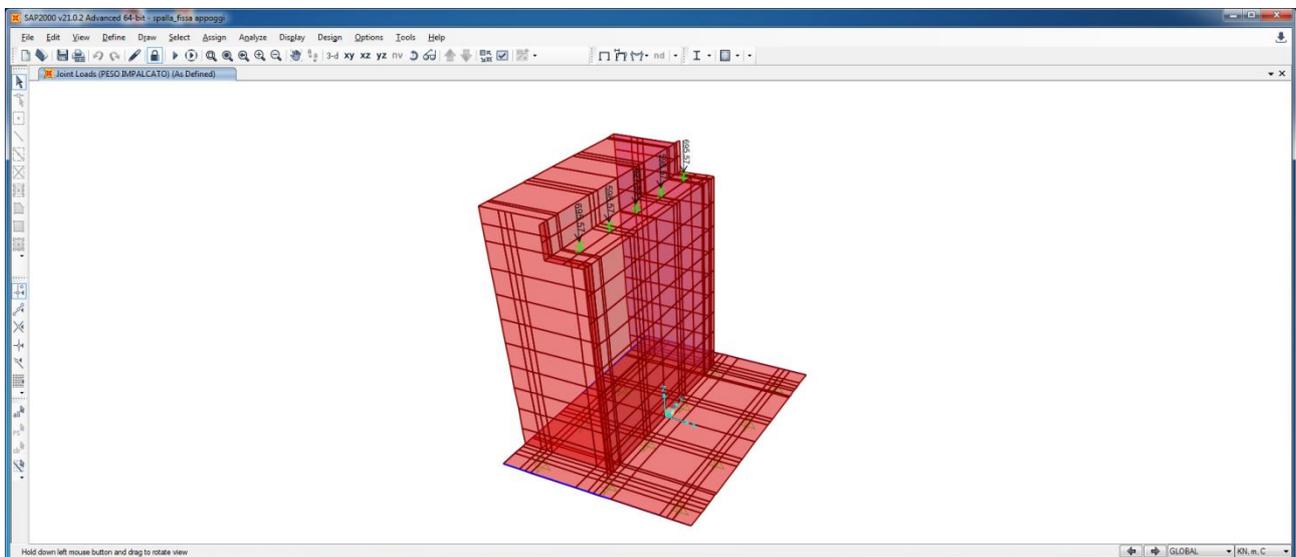
TABLE: Joint Reactions G1+G2

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	LinStatic	0	0	128.726
54	G1+G2	LinStatic	0	0	128.726
63	G1+G2	LinStatic	0	0	31.472
71	G1+G2	LinStatic	0	0	69.844
79	G1+G2	LinStatic	0	0	31.472

## FASE 1 + FASE 2

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	0.0	0.0	-695.6
54	G1+G2	0.0	0.0	-695.6
63	G1+G2	0.0	0.0	-598.6
71	G1+G2	0.0	0.0	-627.5
79	G1+G2	0.0	0.0	-598.6



**Figura 7 – Masse concentrate ai nodi degli apparecchi di appoggio**

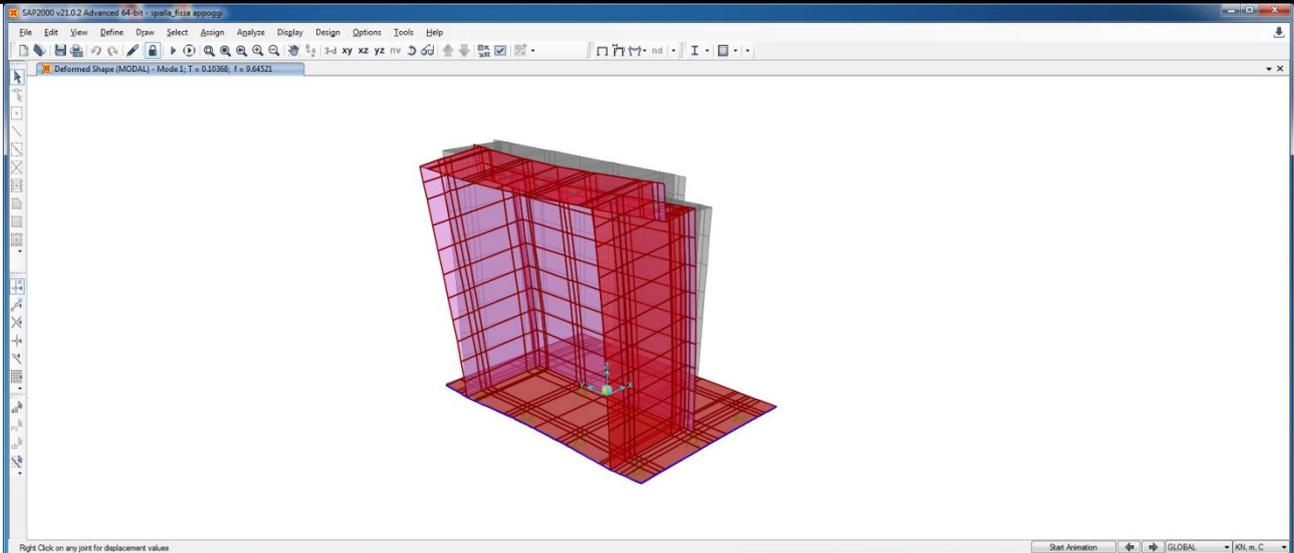
Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti. La massa dei pali non è considerata nei calcoli.

Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi.

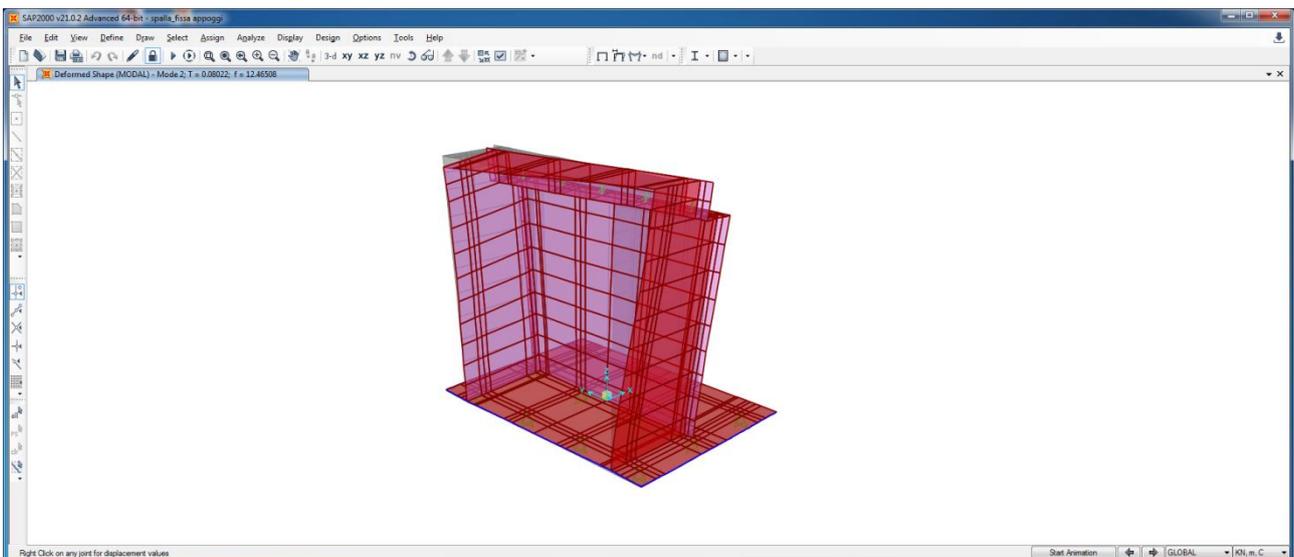
Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	43 di 181



**Figura 8 – Modo 1 T1 = 0.1037s**



**Figura 9 – Modo 2 T2 = 0.08022s**

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	44 di 181

Relazione di calcolo Spalla

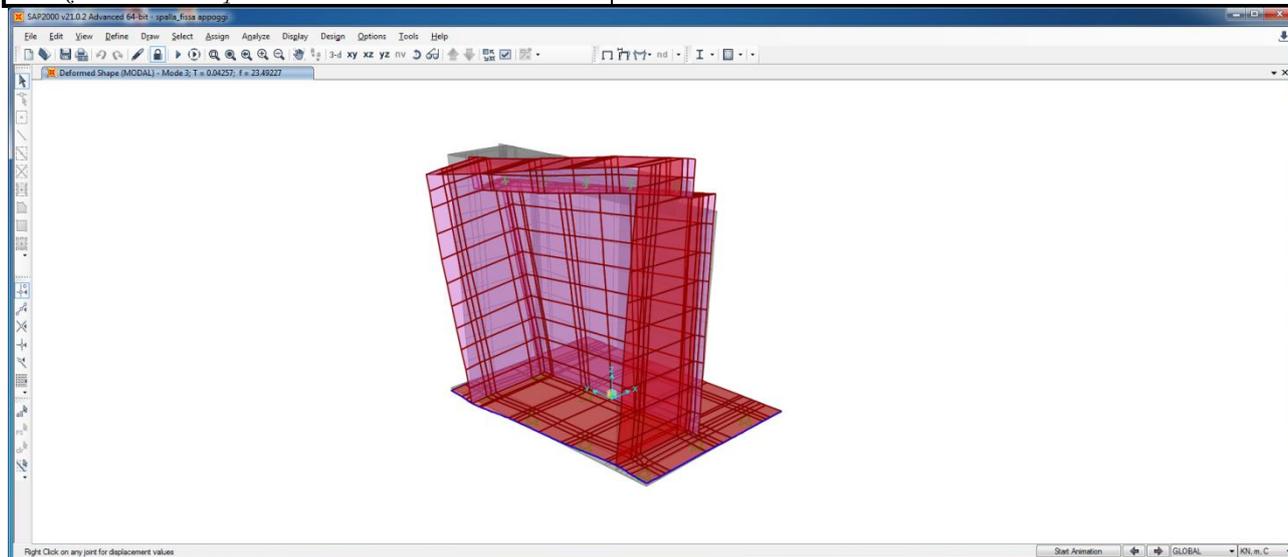


Figura 10 – Modo 3 T3 = 0.04257s

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.103678	0.50018	1.71E-15	0.00273	0.50018	1.71E-15	0.00273
MODAL	Mode	2	0.080224	2.02E-12	0.24807	1.922E-13	0.50018	0.24807	0.00273
MODAL	Mode	3	0.042567	2.575E-12	0.25489	7.885E-13	0.50018	0.50296	0.00273
MODAL	Mode	4	0.030527	0.02419	3.684E-13	0.12957	0.52436	0.50296	0.13231
MODAL	Mode	5	0.026503	0.00528	9.189E-13	0.04308	0.52964	0.50296	0.17538
MODAL	Mode	6	0.025403	3.113E-13	0.01289	2.024E-12	0.52964	0.51585	0.17538
MODAL	Mode	7	0.023628	0.00182	2.153E-13	0.2652	0.53146	0.51585	0.44059
MODAL	Mode	8	0.018929	0.02485	6.529E-13	0.1389	0.5563	0.51585	0.57949
MODAL	Mode	9	0.017507	8.061E-11	0.06004	3.503E-11	0.5563	0.57589	0.57949
MODAL	Mode	10	0.017197	0.05351	7.211E-11	0.01622	0.60981	0.57589	0.59571
MODAL	Mode	11	0.015634	3.96E-13	0.00228	4.23E-13	0.60981	0.57817	0.59571
MODAL	Mode	12	0.013488	0.01717	2.189E-08	0.01847	0.62698	0.57817	0.61418
MODAL	Mode	13	0.013478	1.293E-07	0.00281	1.413E-07	0.62698	0.58097	0.61418
MODAL	Mode	14	0.01319	0.00098	1.104E-11	0.00277	0.62796	0.58097	0.61695
MODAL	Mode	15	0.012757	1.762E-11	0.02461	6.421E-10	0.62796	0.60558	0.61695
MODAL	Mode	16	0.012691	0.0012	3.029E-10	0.04881	0.62916	0.60558	0.66576
MODAL	Mode	17	0.011571	0.00078	7.449E-12	0.00158	0.62994	0.60558	0.66734
MODAL	Mode	18	0.011228	7.486E-11	0.00202	5.931E-11	0.62994	0.6076	0.66734
MODAL	Mode	19	0.010736	2.184E-07	0.00788	7.519E-09	0.62994	0.61549	0.66734
MODAL	Mode	20	0.010732	0.00536	3.261E-07	0.00019	0.6353	0.61549	0.66753
MODAL	Mode	21	0.010171	0.00261	3.214E-10	0.0646	0.63791	0.61549	0.73213
MODAL	Mode	22	0.010052	4.303E-11	0.03033	1.085E-09	0.63791	0.64582	0.73213
MODAL	Mode	23	0.00977	3.319E-12	0.00373	2.636E-10	0.63791	0.64955	0.73213
MODAL	Mode	24	0.009677	2.133E-07	9.88E-14	0.00529	0.63791	0.64955	0.73742
MODAL	Mode	25	0.009136	2.528E-13	0.00043	1.78E-10	0.63791	0.64998	0.73742
MODAL	Mode	26	0.00873	0.00154	1.115E-11	0.01983	0.63945	0.64998	0.75725
MODAL	Mode	27	0.00859	1.864E-11	0.00015	1.792E-10	0.63945	0.65012	0.75725
MODAL	Mode	28	0.00828	0.00304	1.934E-10	4.334E-07	0.6425	0.65012	0.75725
MODAL	Mode	29	0.00817	5.228E-11	0.01577	3.69E-12	0.6425	0.66589	0.75725
MODAL	Mode	30	0.008126	0.0003	2.739E-11	0.00108	0.6428	0.66589	0.75833
MODAL	Mode	31	0.008042	0.00628	2.593E-10	0.00134	0.64907	0.66589	0.75968
MODAL	Mode	32	0.00769	1.684E-10	0.00074	5.791E-10	0.64907	0.66663	0.75968
MODAL	Mode	33	0.007582	0.01033	6.47E-11	0.04074	0.6594	0.66663	0.80042
MODAL	Mode	34	0.007491	7.791E-11	0.00001816	4.101E-10	0.6594	0.66665	0.80042
MODAL	Mode	35	0.007205	0.02328	6.837E-11	0.01787	0.68268	0.66665	0.81829

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>45 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	45 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	45 di 181								

## 10 CRITERI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i criteri di verifica per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono la spalla.

### ELEMENTI IN C.A.

#### Verifiche allo slt

#### *Verifiche a pressoflessione*

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con  $\epsilon_{c2}=0,2\%$  ed  $\epsilon_{cu}=0,35\%$ .

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con  $\epsilon_{cu}=1,0\%$ .

## Verifiche a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ , resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio
- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento
- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$  con d in mm
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	47 di 181

Relazione di calcolo Spalla

- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$  per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- $s$  è il passo delle staffe
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$  è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- $\alpha_{cw}$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

## Verifiche allo sle

Verifiche tensionali par. 2.5.1.8.3.2.1 MdP RFI

### 2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

#### Strutture in C.A.

#### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- Per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

#### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara)

non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>48 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	48 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	48 di 181								

## Verifiche a fessurazione par. 2.6.2.2.3 MdP RFI

### 2.6.2.2.2 Stato limite di fessurazione

Per tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso, le verifiche a fessurazione saranno eseguite adottando i criteri definiti al p.to 4.1.2.2.4.4 del DM 17.01.2018, con le seguenti ulteriori prescrizioni:

- i valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono i seguenti:
  - a.  $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
  - b.  $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 17.01.2018, p.to 4.1.2.2.4.5.

## 11 ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti. I valori del momento M11 e M22, del taglio V13 e V23 e del carico assiale F22 riportati nelle figure seguenti, sono opportunamente tagliati sullo spessore delle pareti della soletta di copertura e della soletta di fondo.

### PARAMENTO + PARAGHIAIA

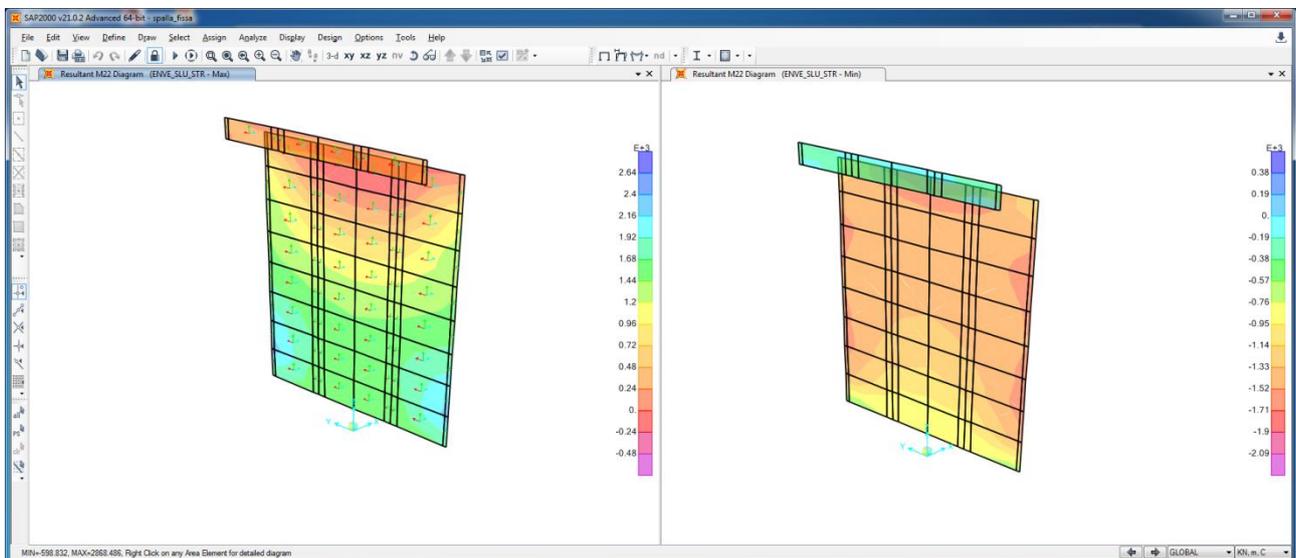


Figura 11: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_STR

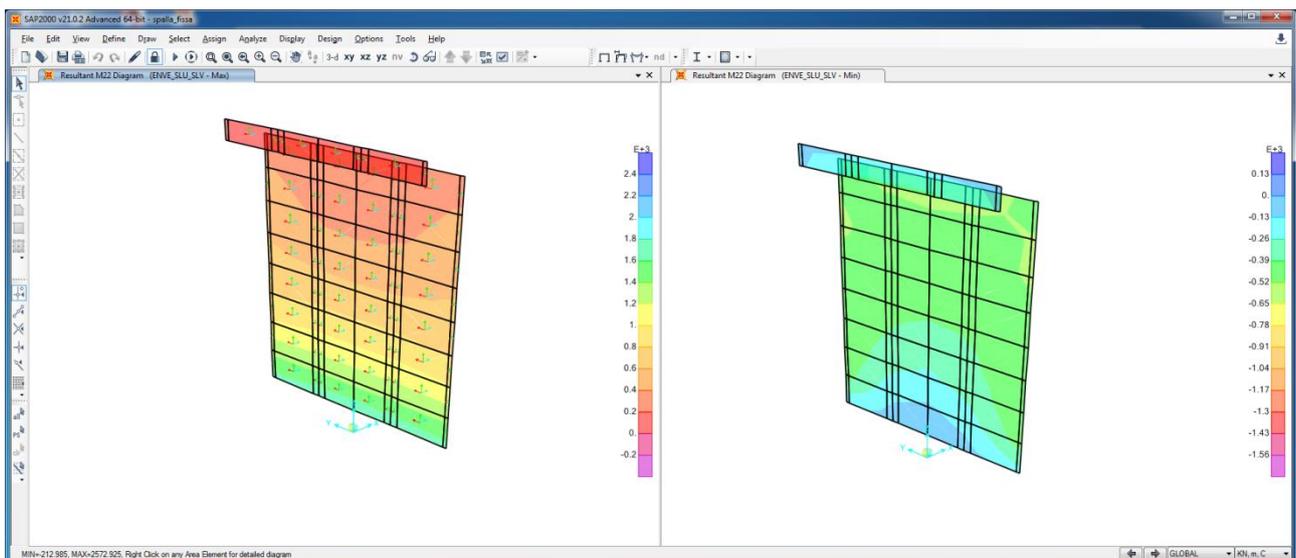
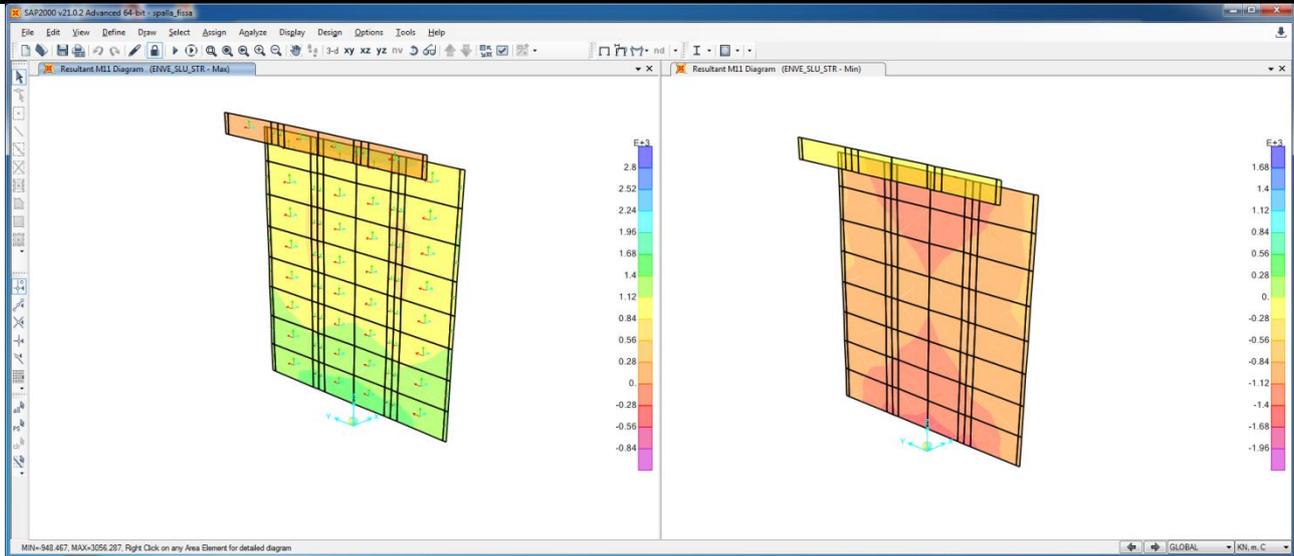
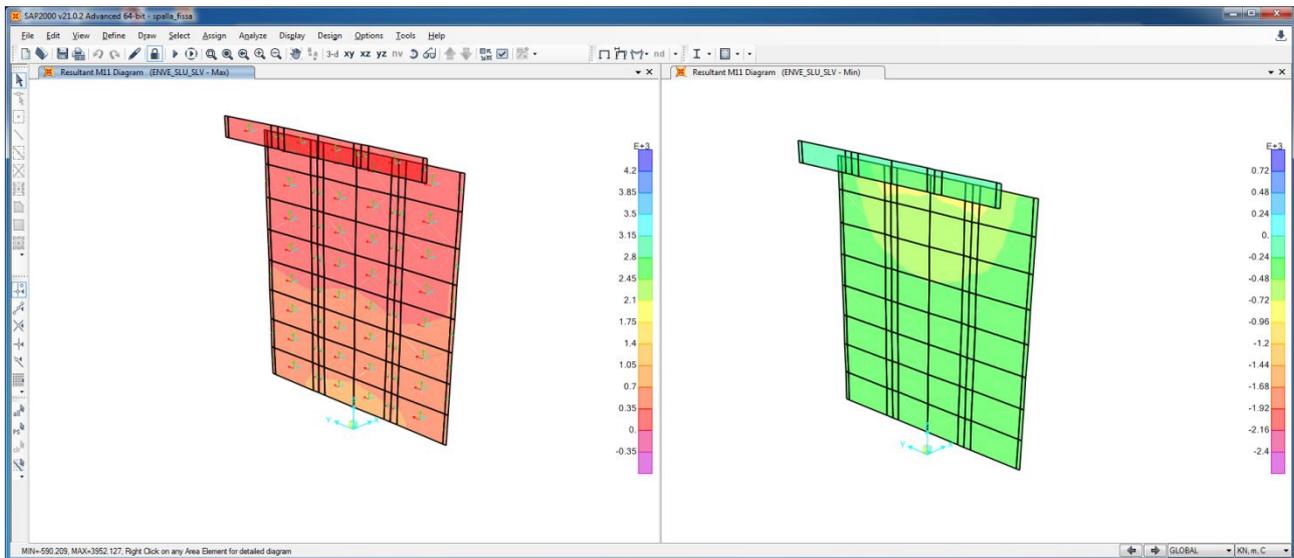


Figura 12: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_SLV



**Figura 13: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_STR**



**Figura 14: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_SLV**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	51 di 181

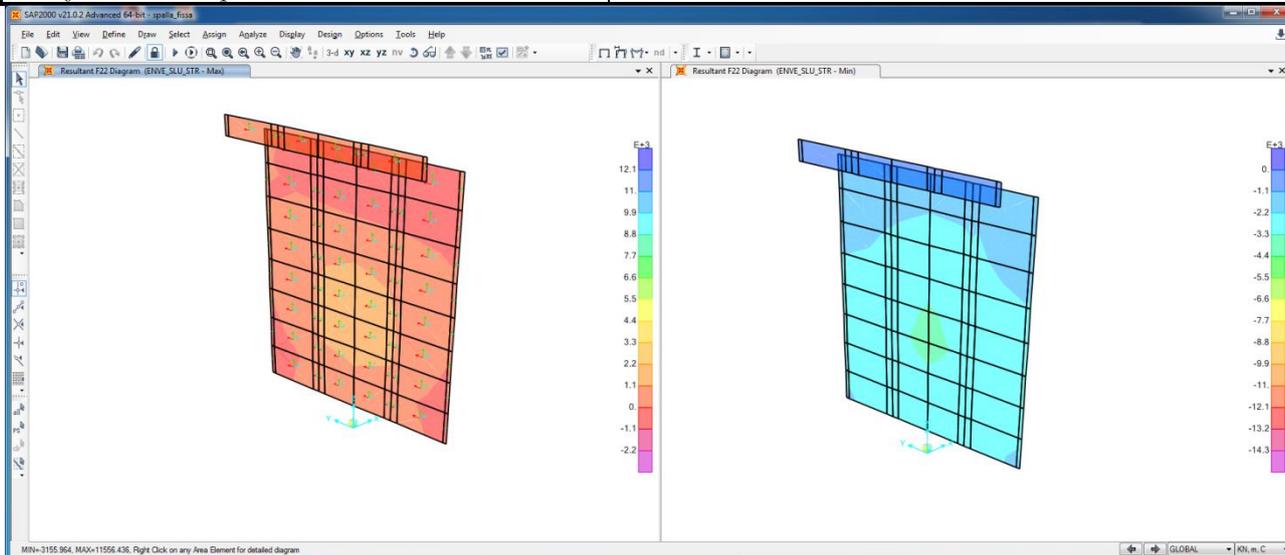


Figura 15: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU\_STR

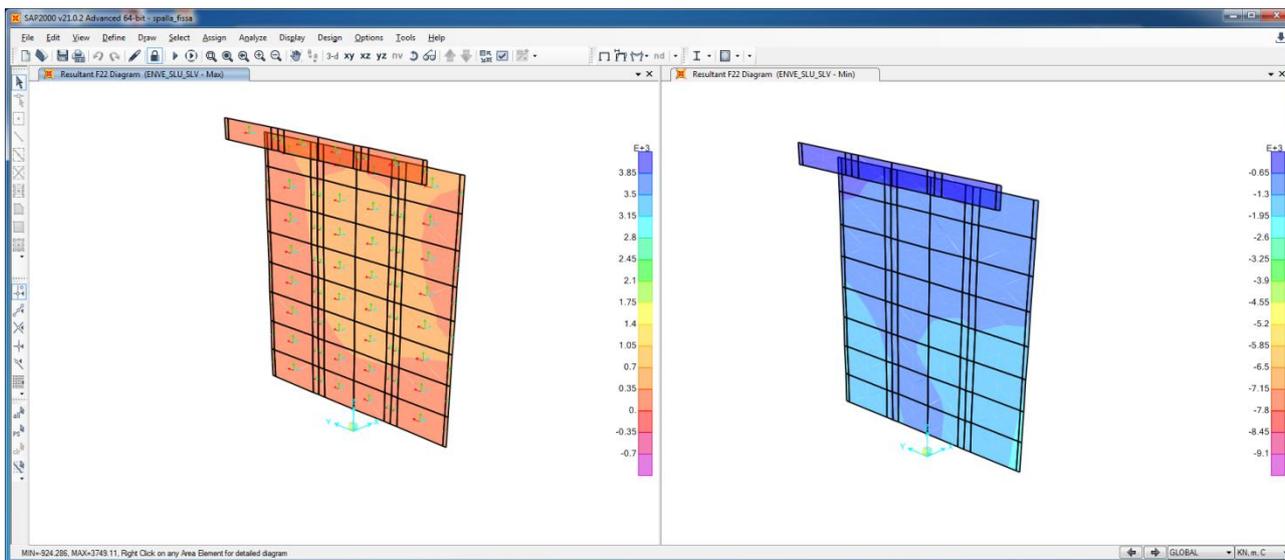


Figura 16: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU\_SLV

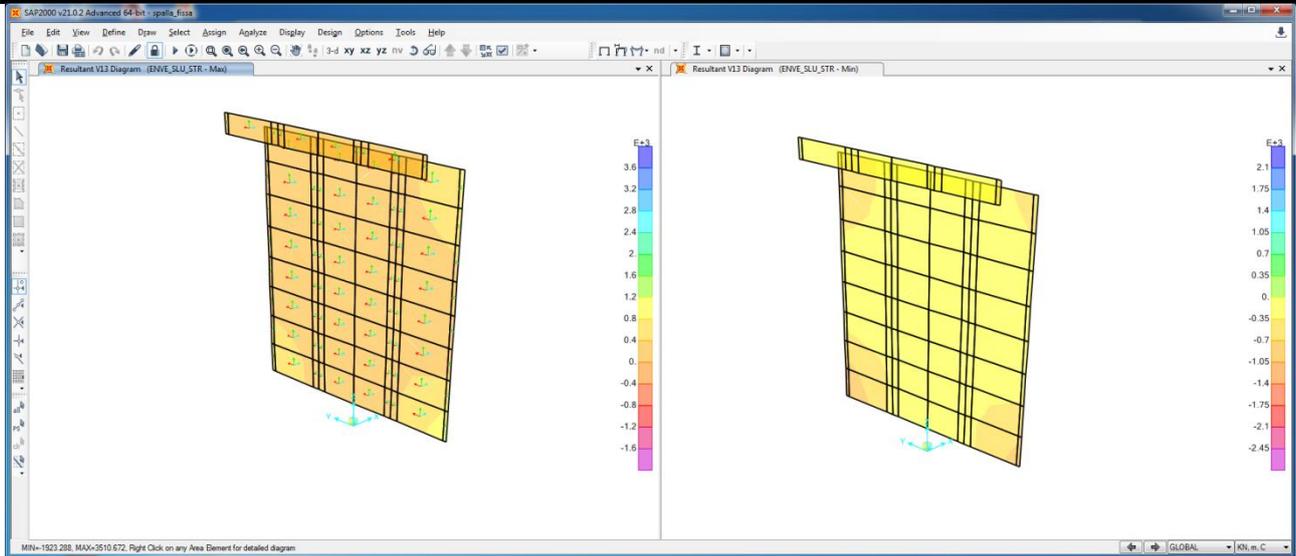


Figura 17: Sollecitazioni Taglienti V13 - Involuppo SLU\_STR

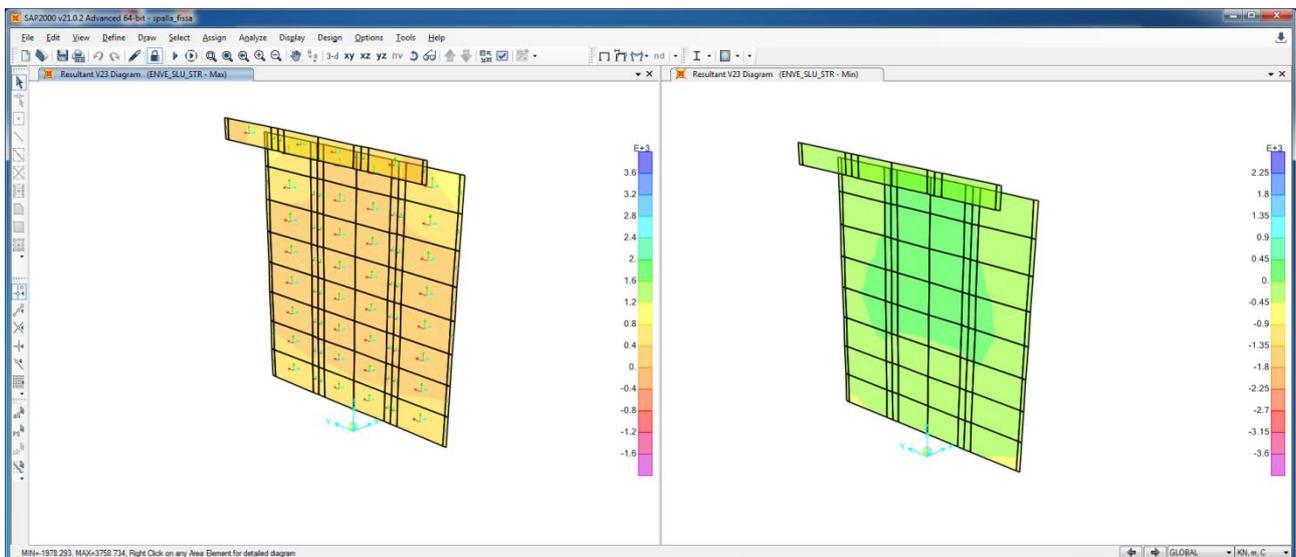


Figura 18: Sollecitazioni Taglienti V23 - Involuppo SLU\_STR

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	53 di 181

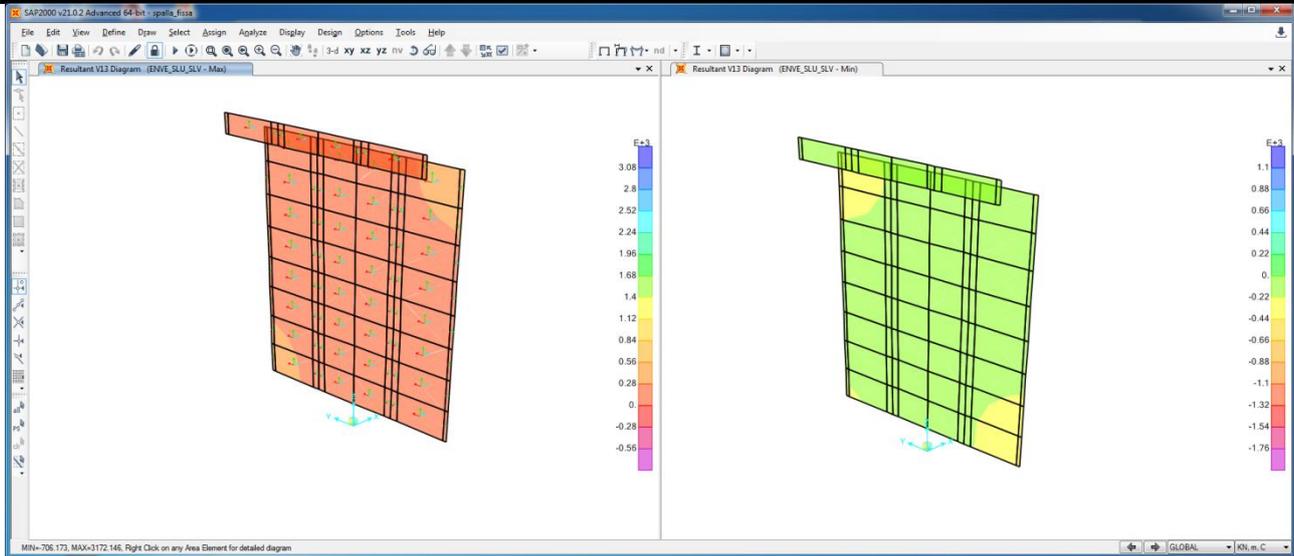


Figura 19: Sollecitazioni Taglienti V13 - Involuppo SLU\_SLV

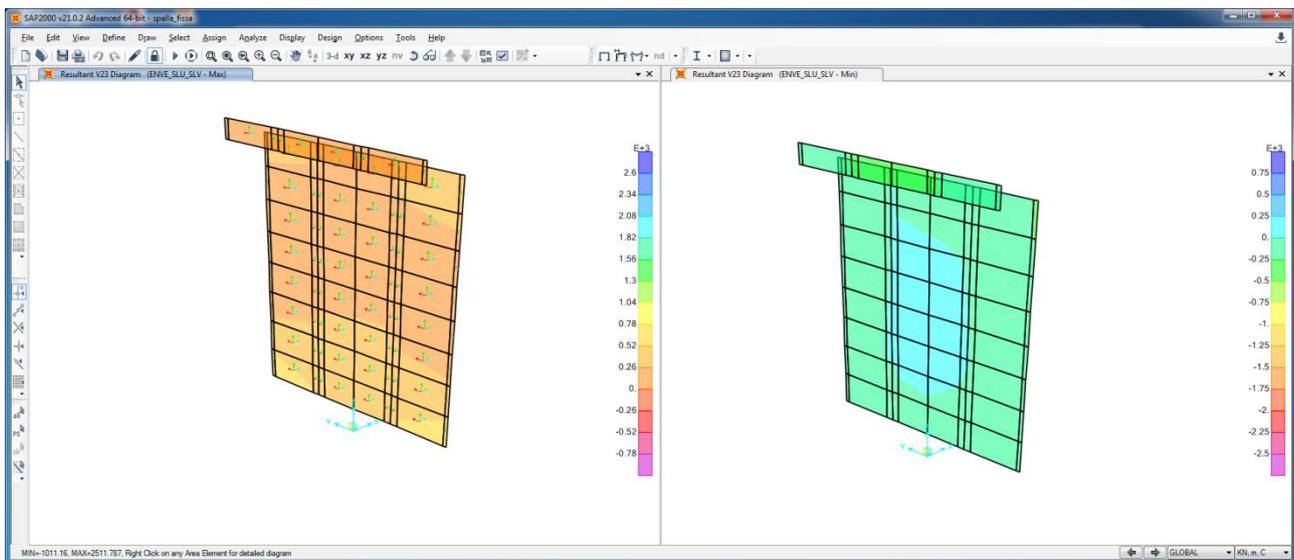
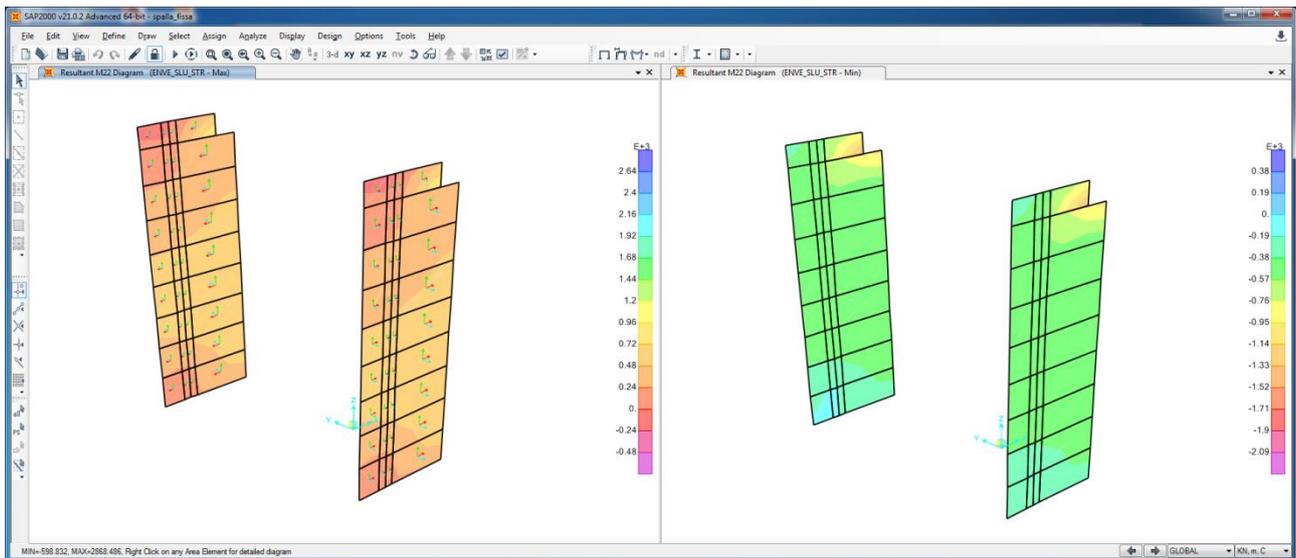
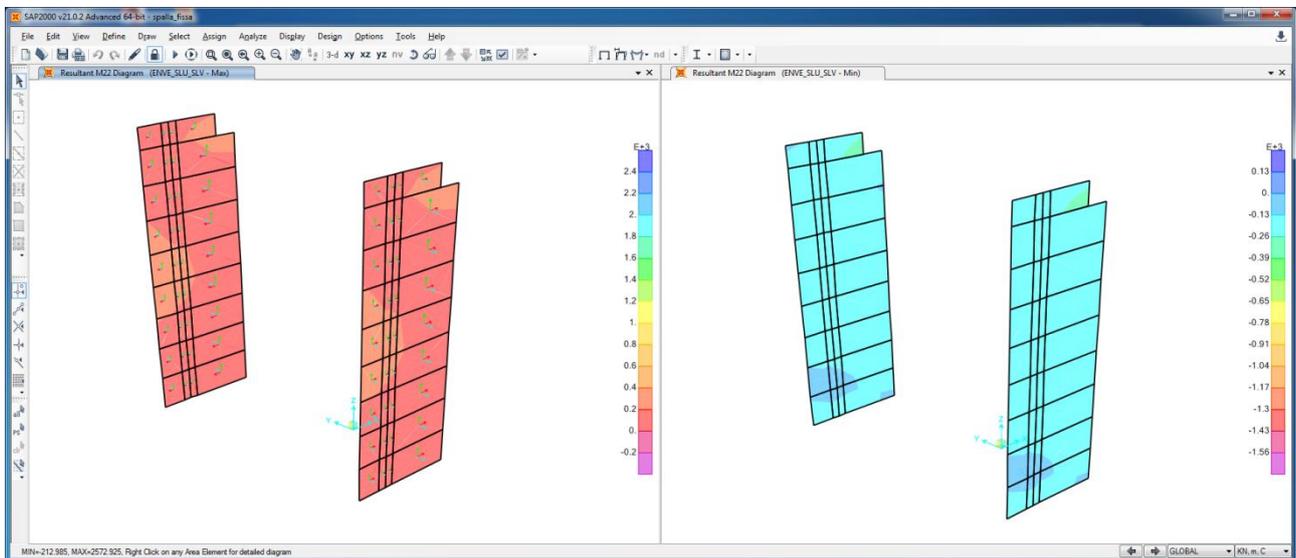


Figura 20: Sollecitazioni Taglienti V23 - Involuppo SLU\_SLV

## MURO D'ALA



**Figura 21: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_STR**



**Figura 22: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_SLV**

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	55 di 181

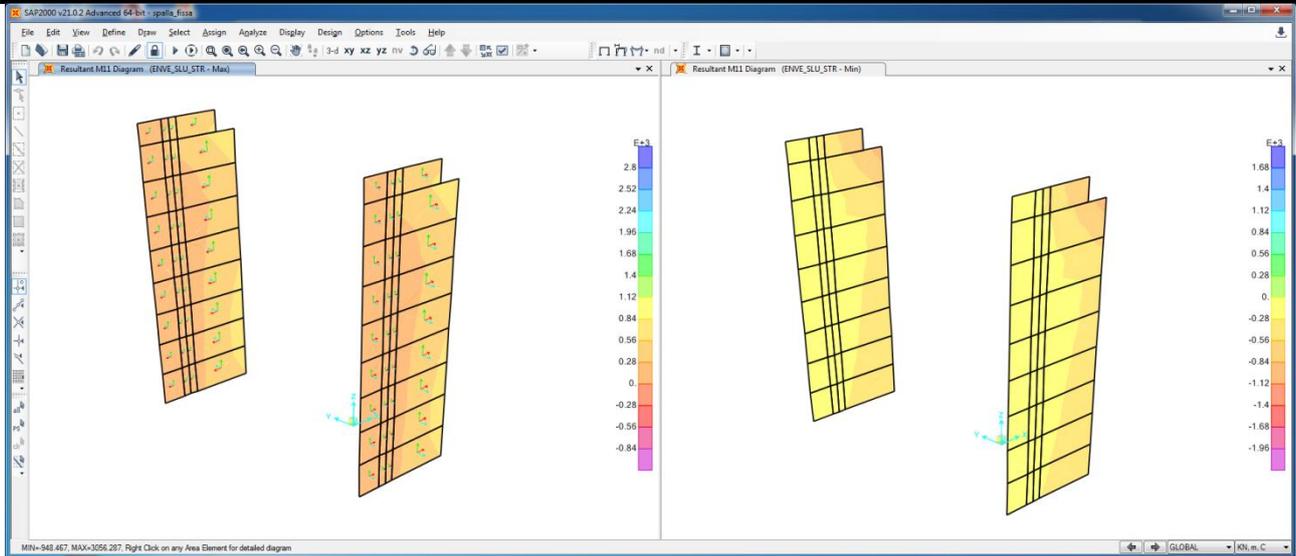


Figura 23: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_STR

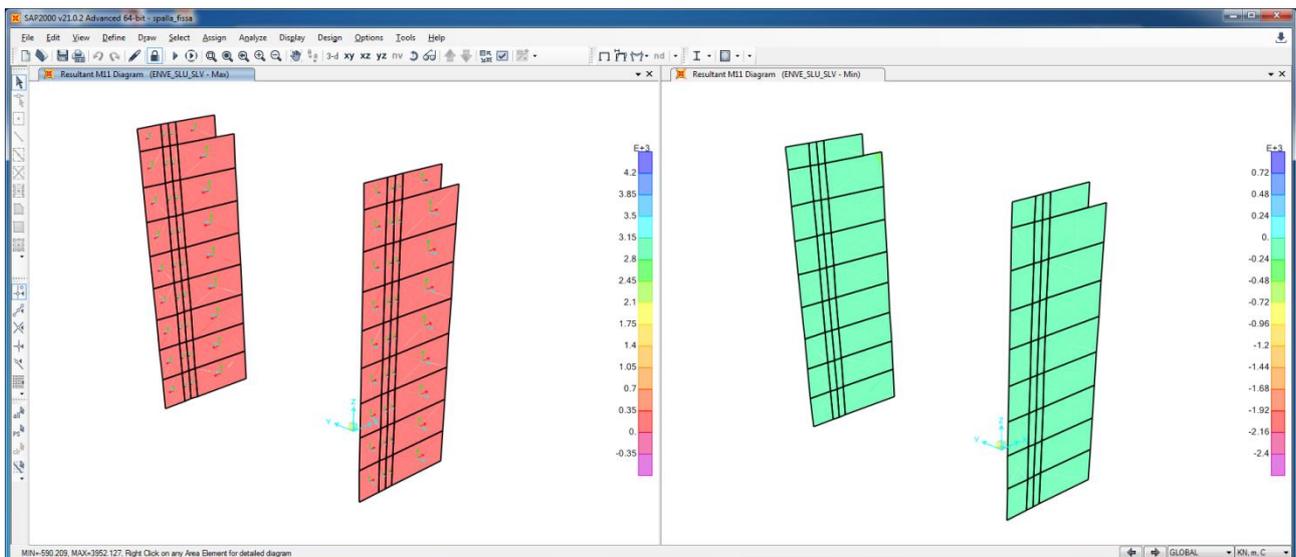


Figura 24: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_SLV

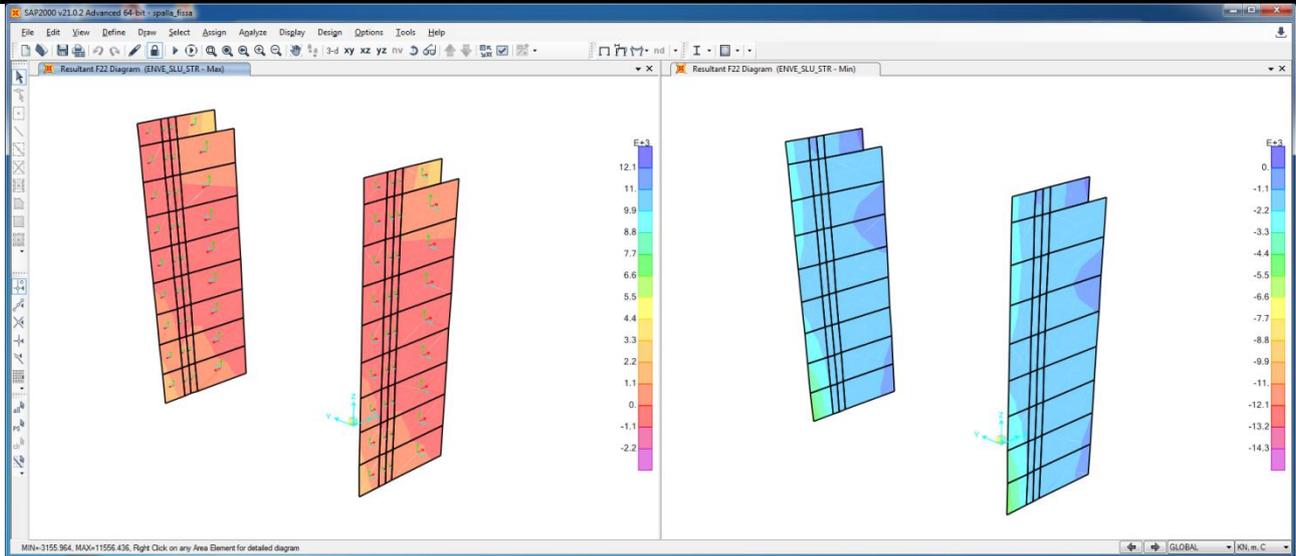


Figura 25: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU\_STR

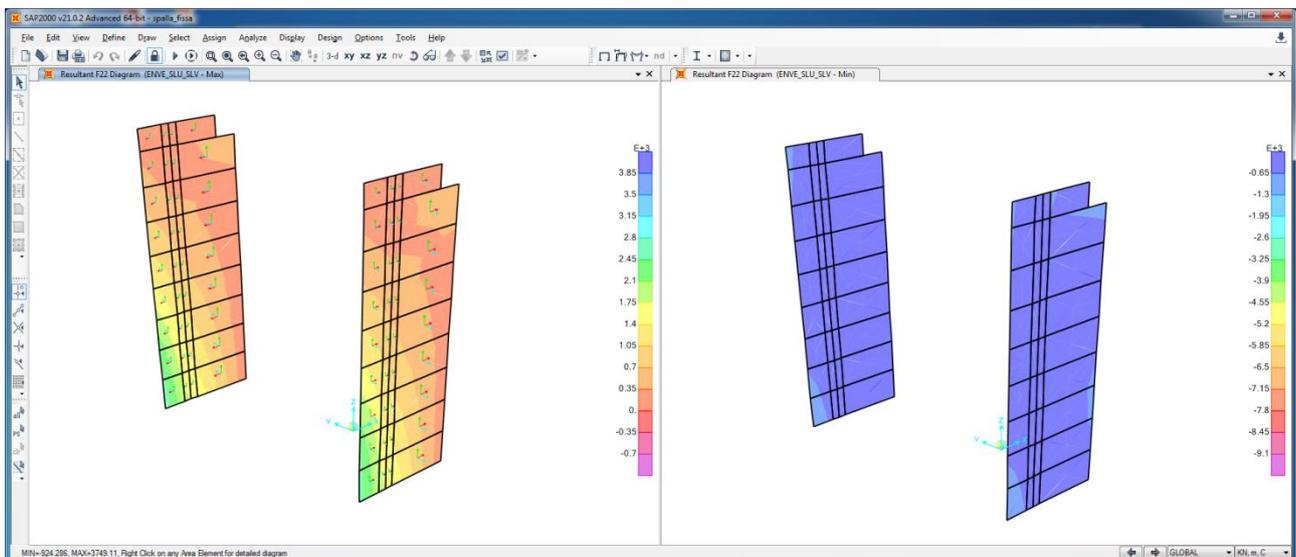


Figura 26: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU\_SLV

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	57 di 181

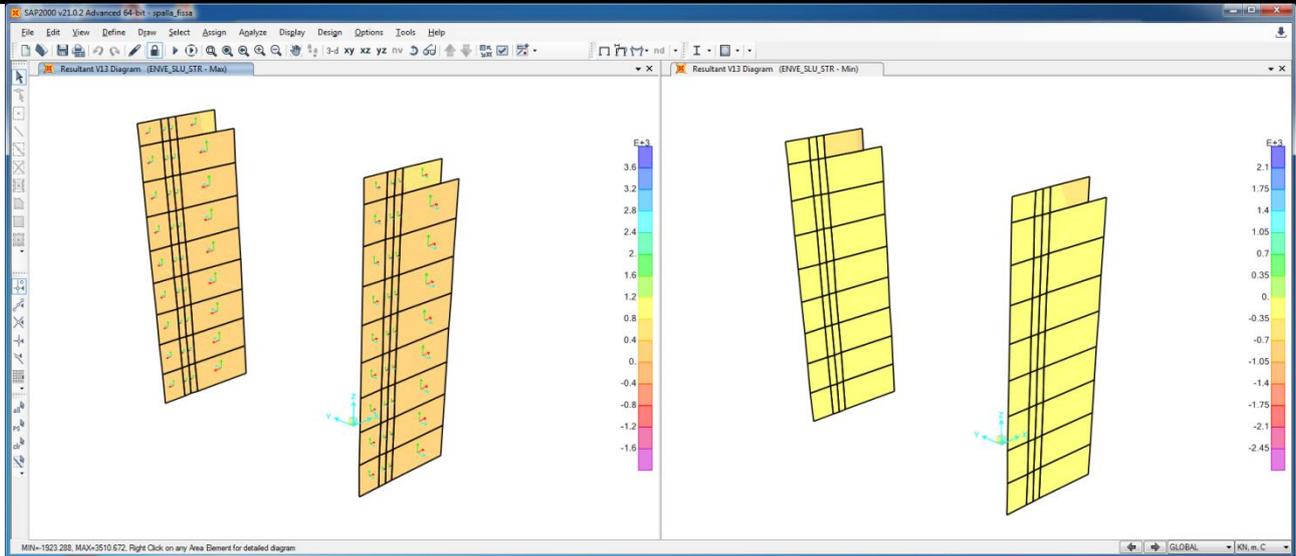


Figura 27: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU\_STR

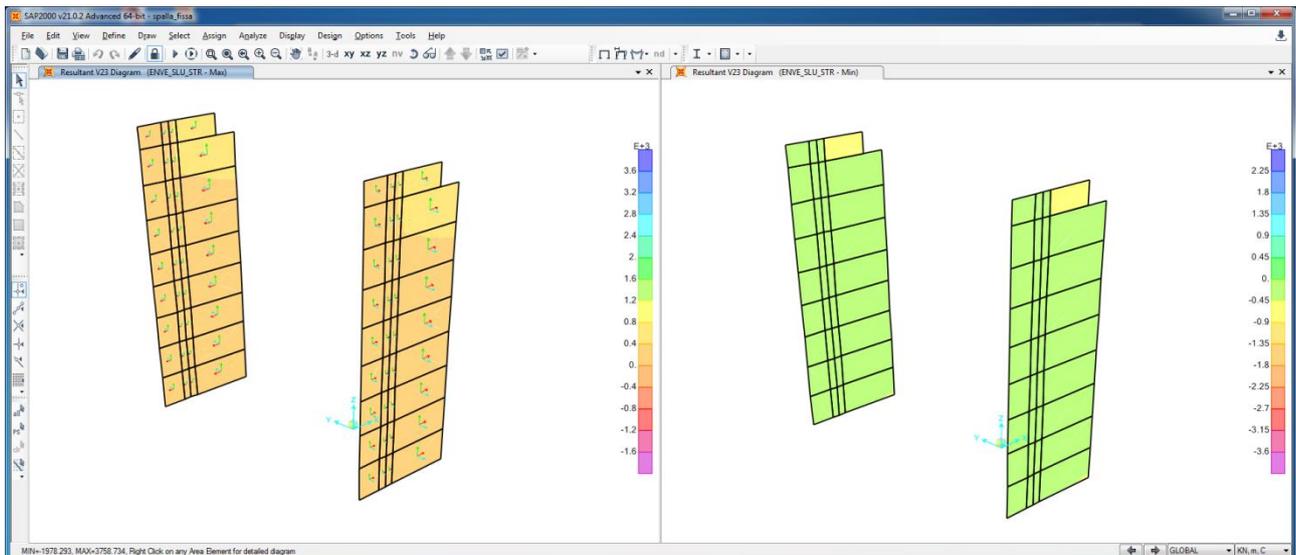


Figura 28: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU\_STR

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	58 di 181

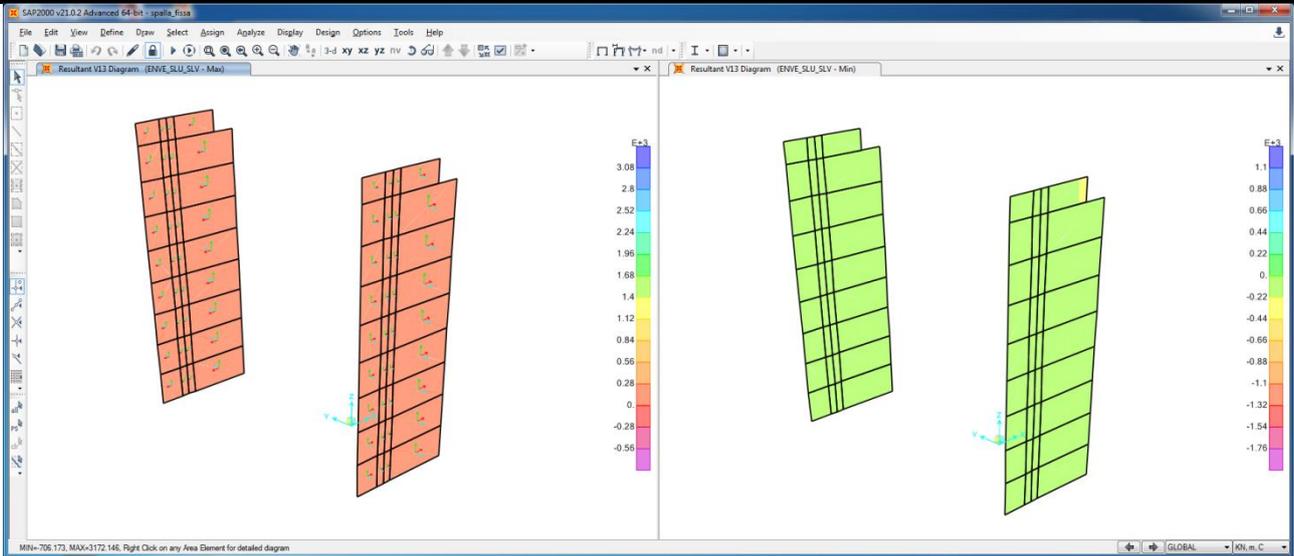


Figura 29: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU\_SLV

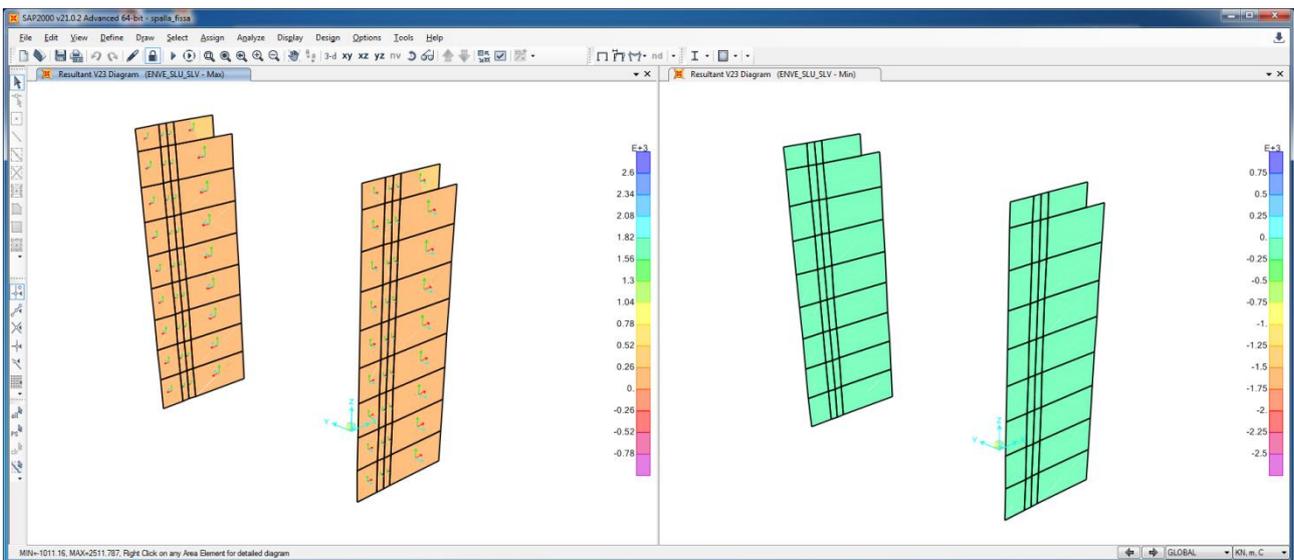
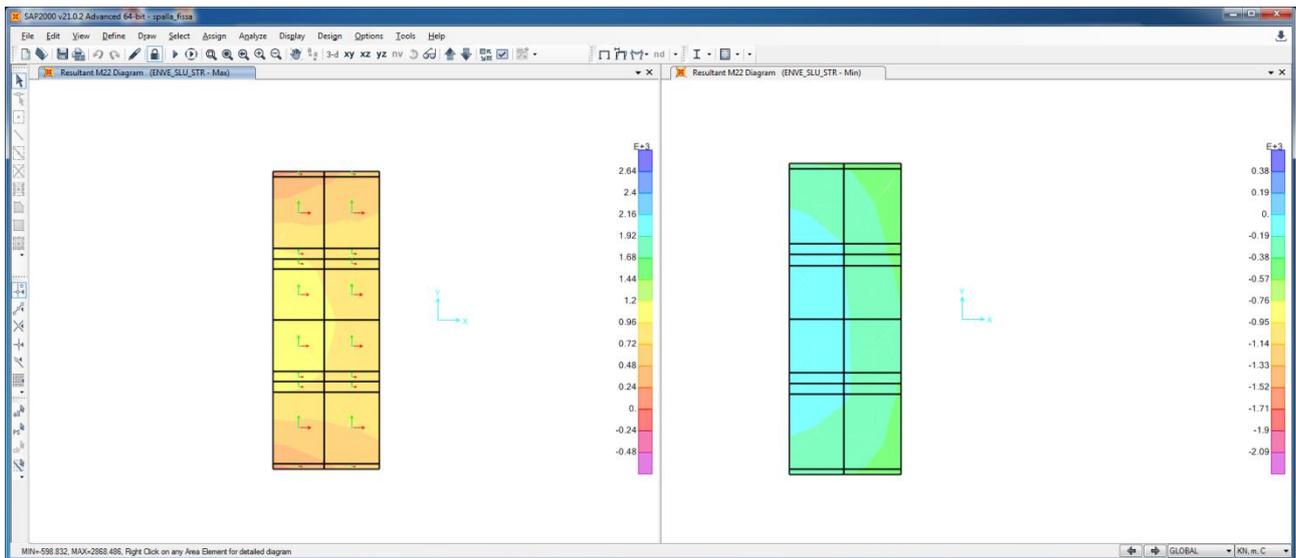
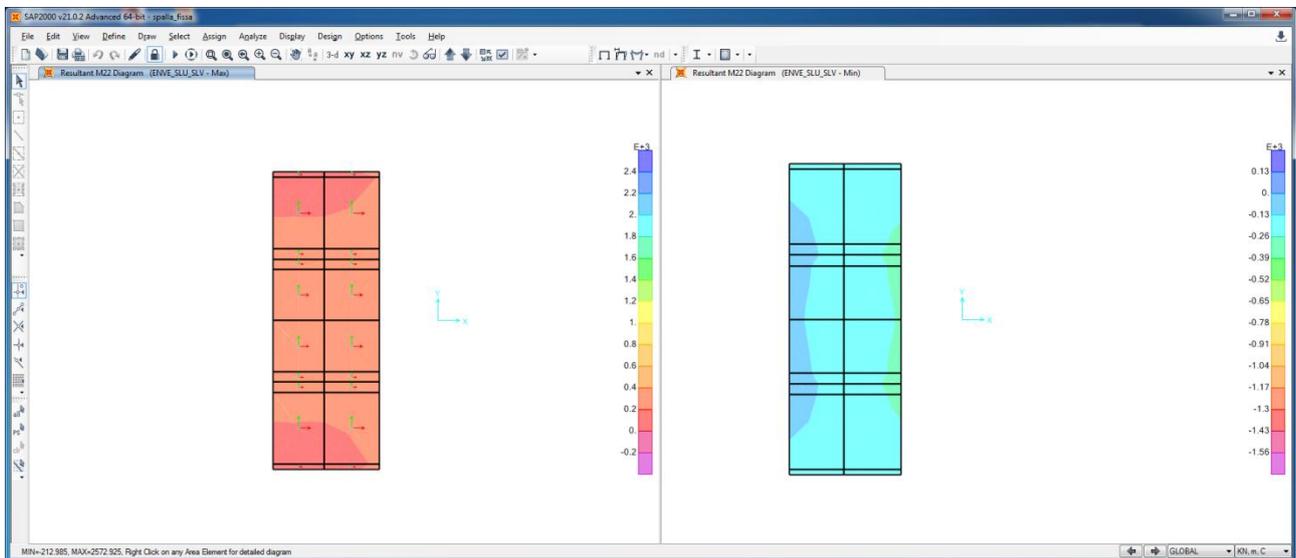


Figura 30: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU\_SLV

### SOLETTA COPERTURA



**Figura 31: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_STR**



**Figura 32: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_SLV**

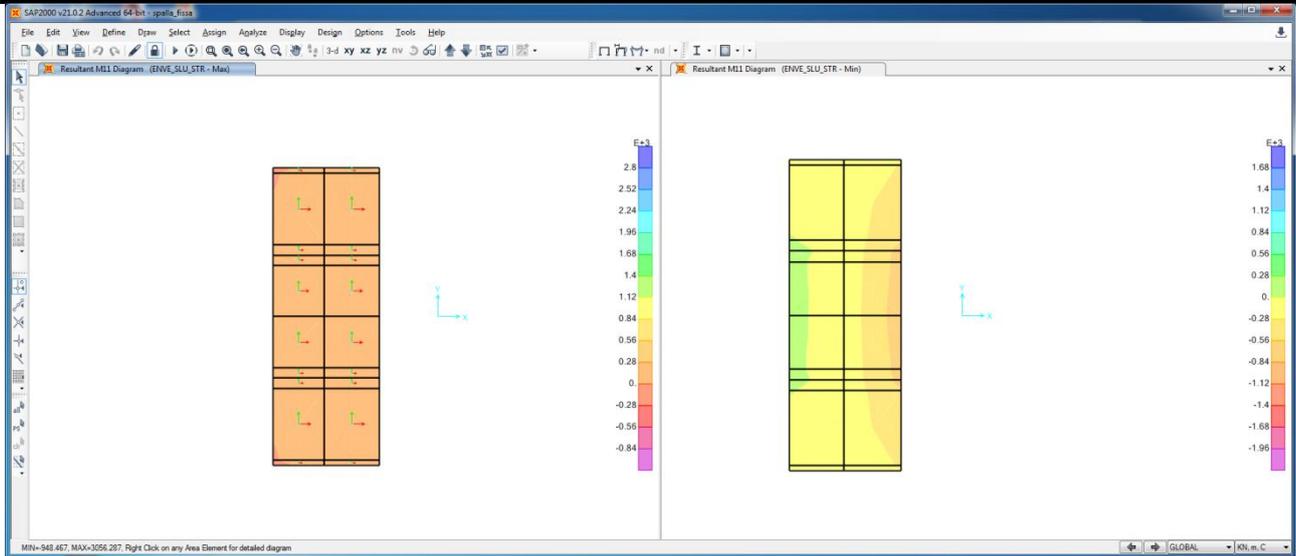


Figura 33: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_STR

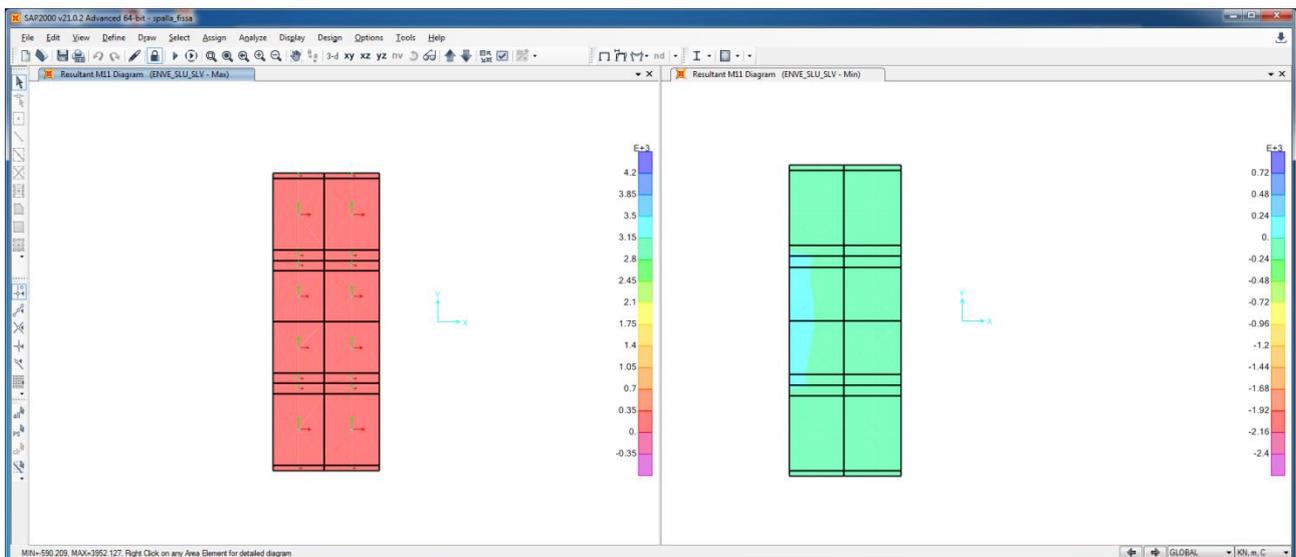
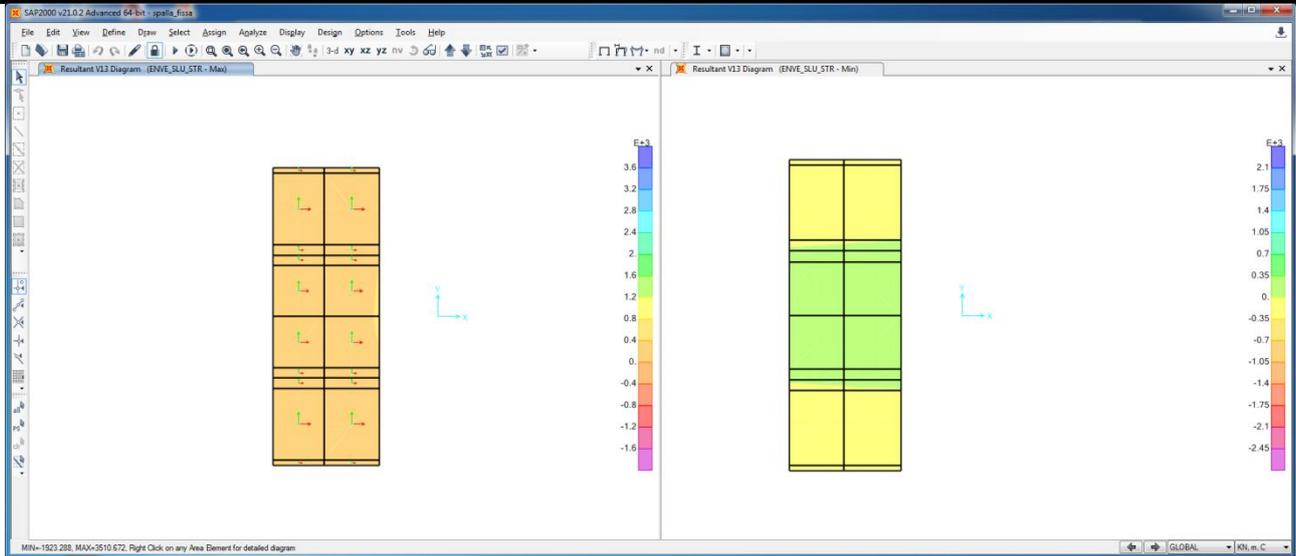
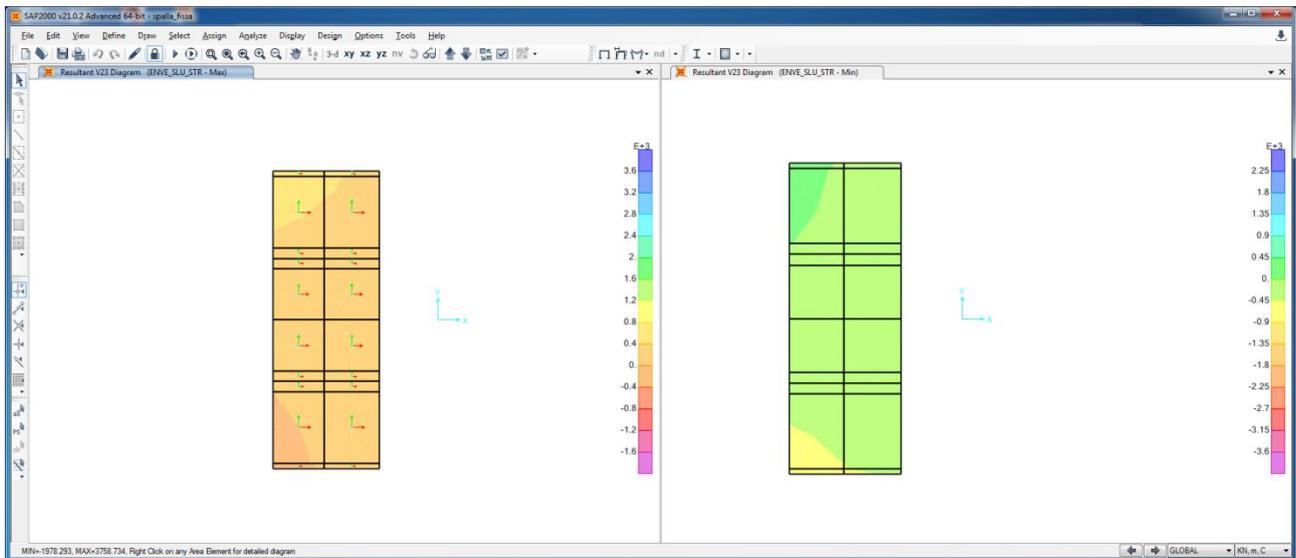


Figura 34: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_SLV

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	61 di 181



**Figura 35: Sollecitazioni Taglienti V13 - Inviluppo SLU\_STR**



**Figura 36: Sollecitazioni Taglienti V23 - Inviluppo SLU\_STR**

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	62 di 181

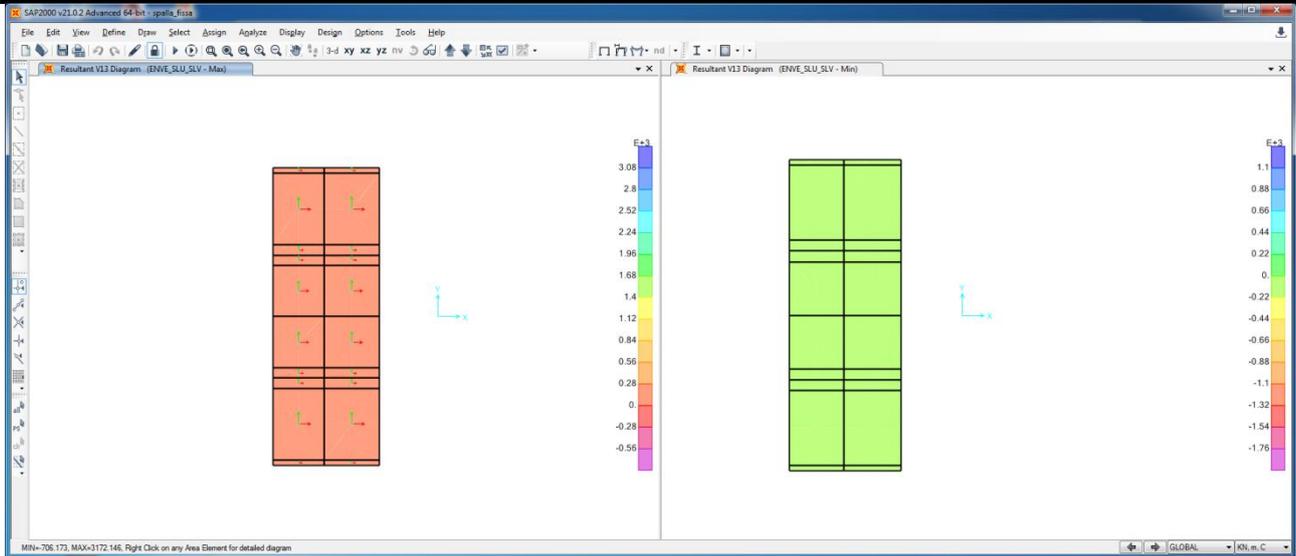


Figura 37: Sollecitazioni Taglienti V13 - Inviluppo SLU\_SLV

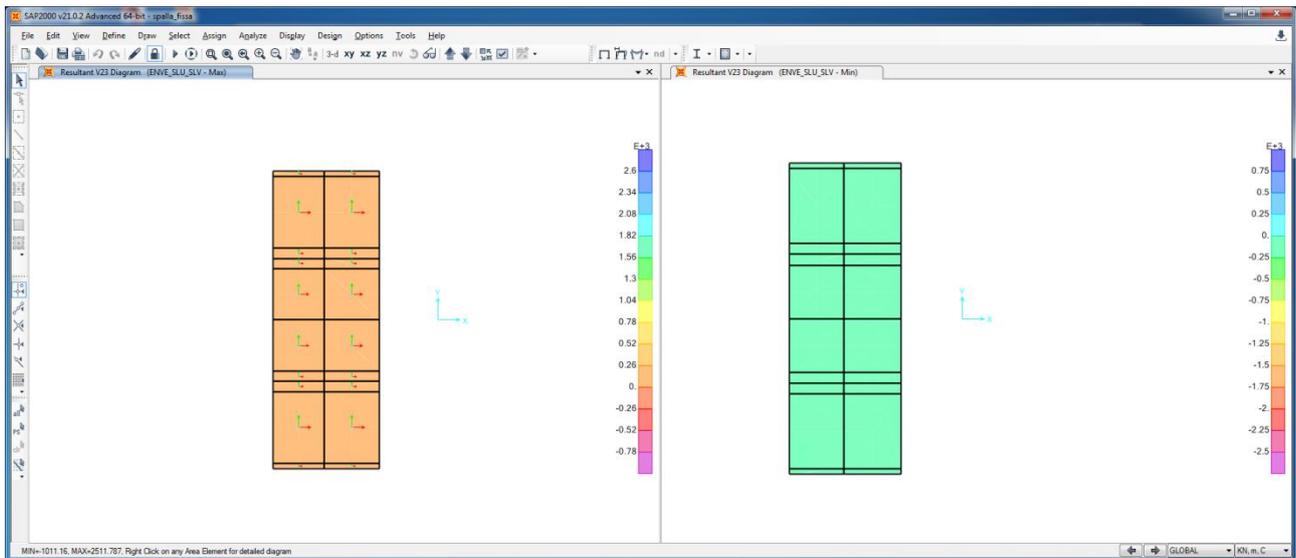


Figura 38: Sollecitazioni Taglienti V23 - Inviluppo SLU\_SLV

SOLETTA FONDAZIONE

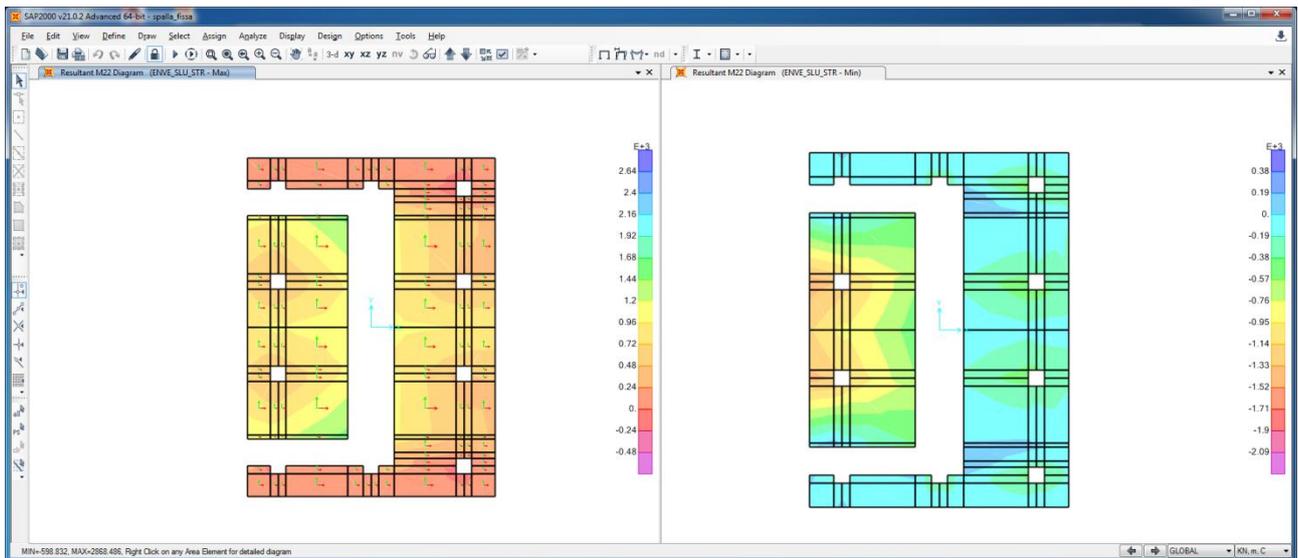


Figura 39: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_STR

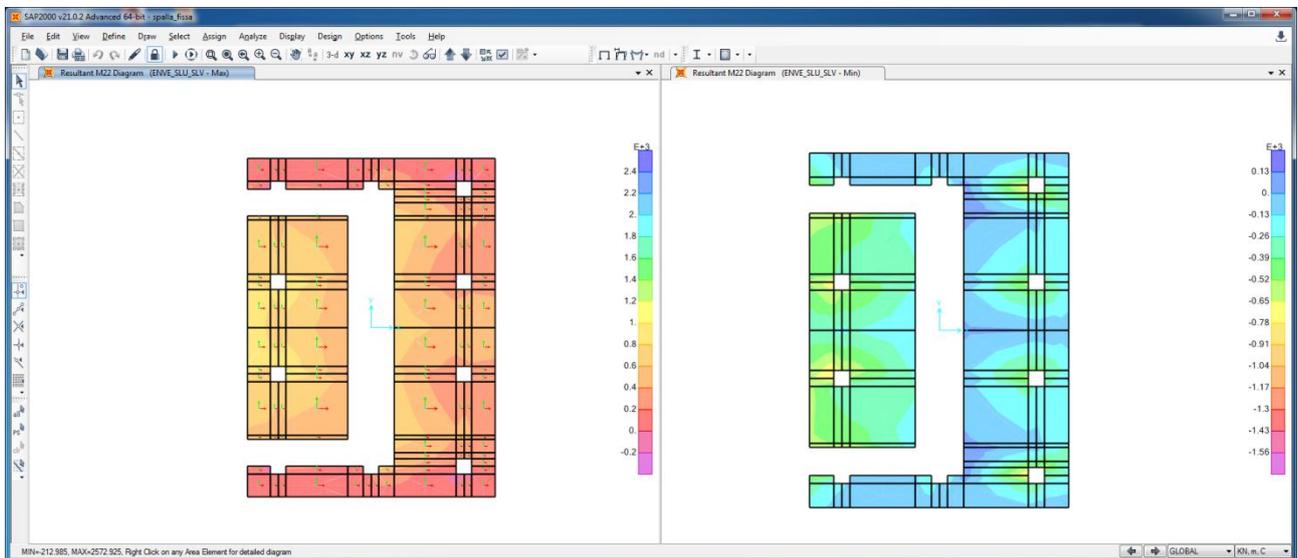
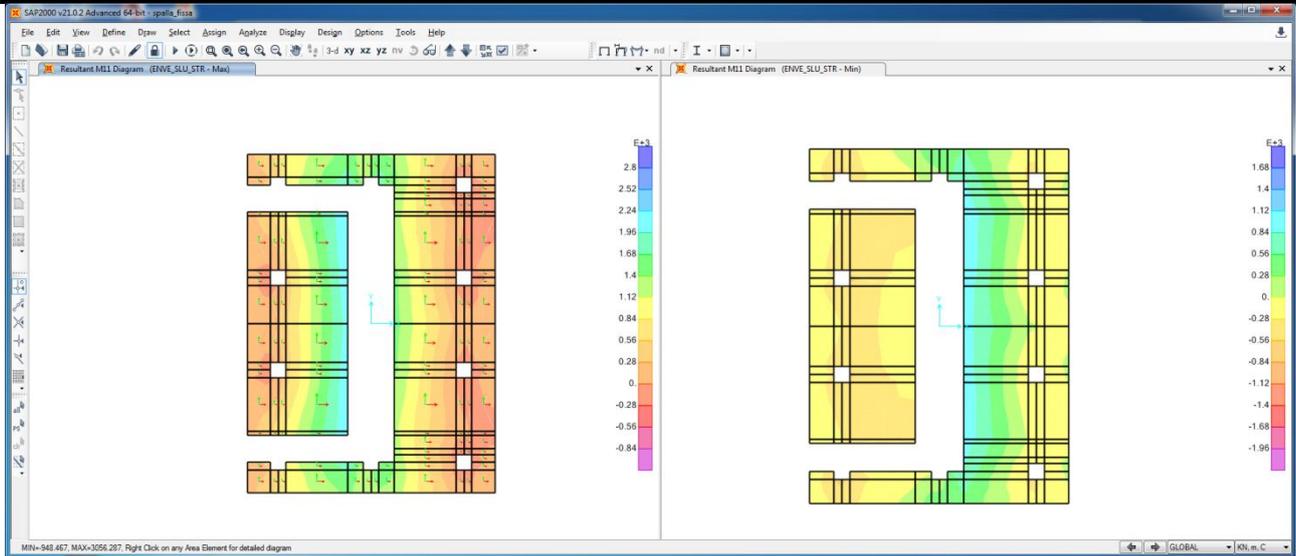


Figura 40: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU\_SLV

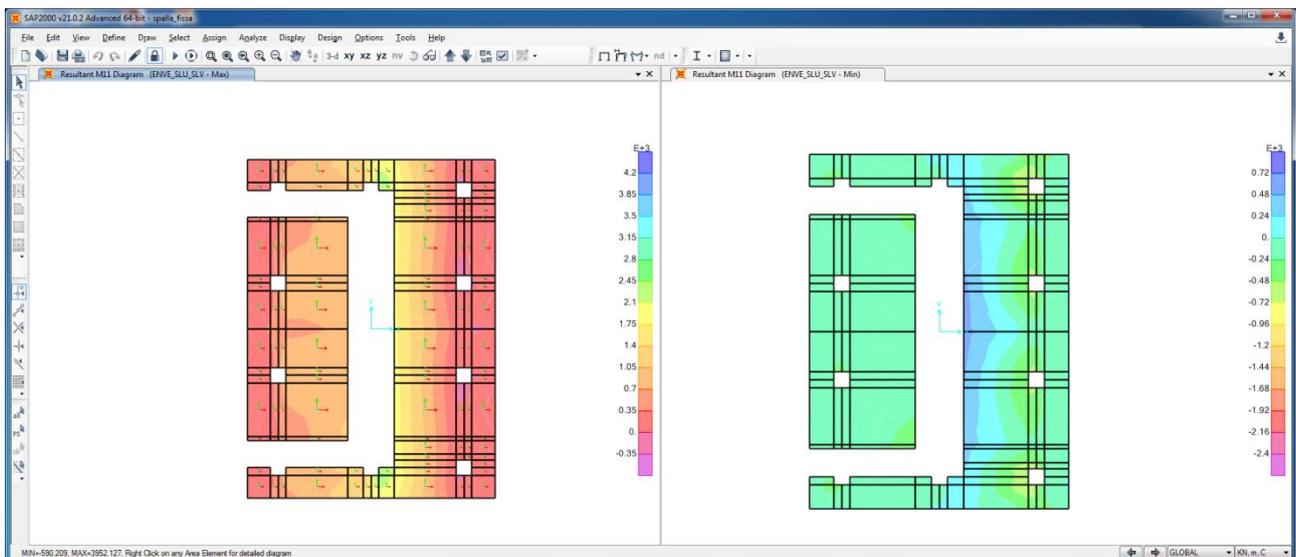
Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	64 di 181



**Figura 41: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_STR**



**Figura 42: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU\_SLV**

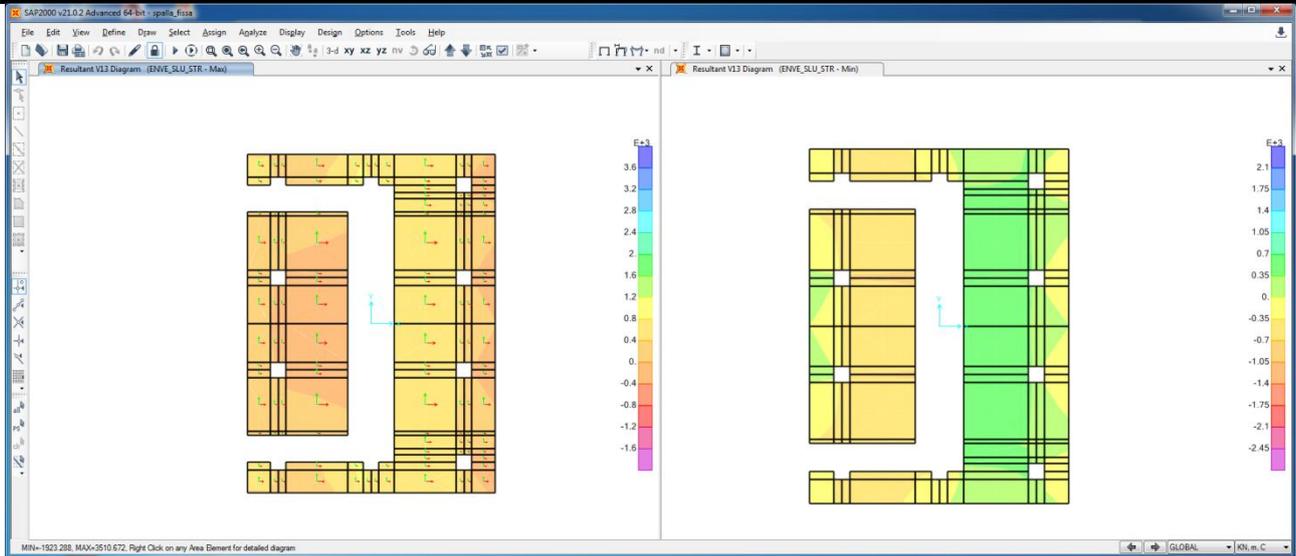


Figura 43: Sollecitazioni Taglienti V13 - Inviluppo SLU\_STR

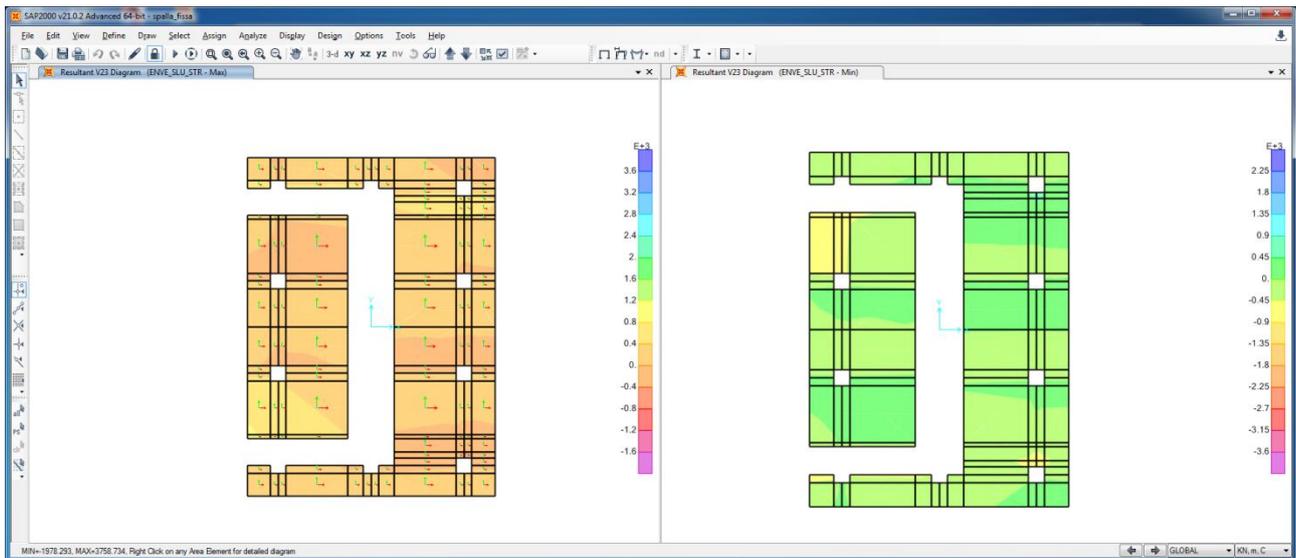
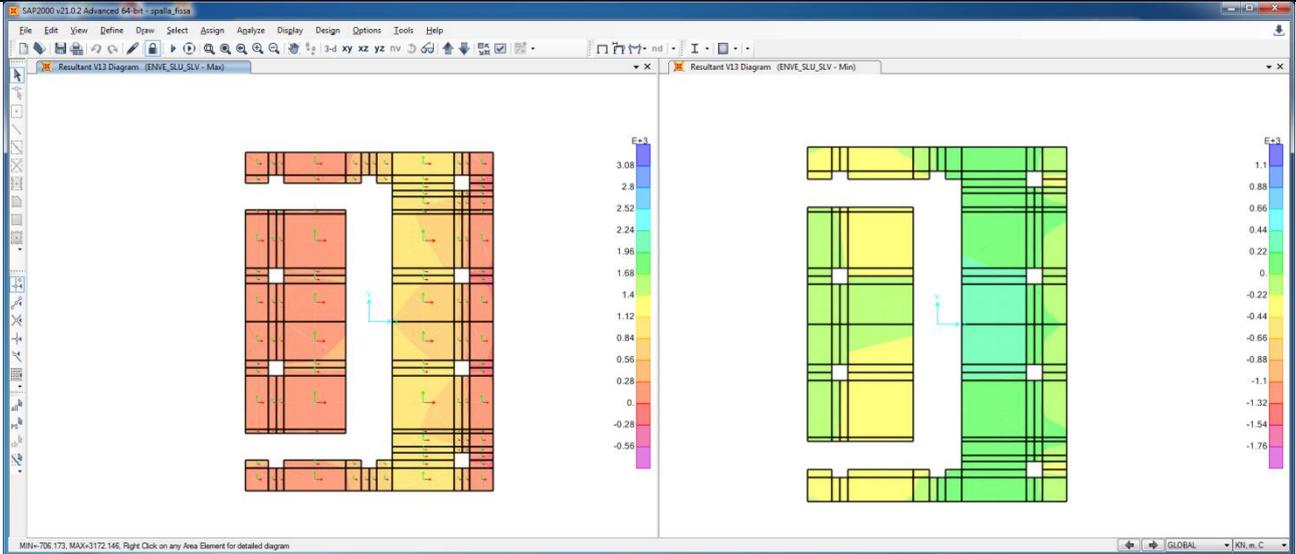
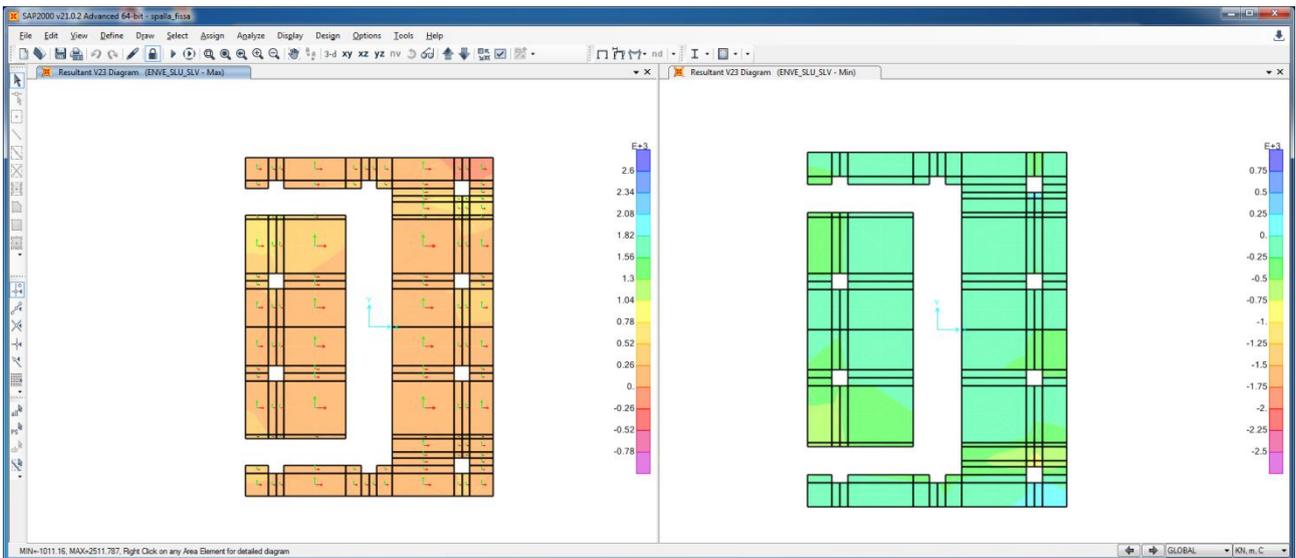


Figura 44: Sollecitazioni Taglienti V23 - Inviluppo SLU\_STR

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	66 di 181



**Figura 45: Sollecitazioni Taglienti V13 - Inviluppo SLU\_SLV**



**Figura 46: Sollecitazioni Taglienti V23 - Inviluppo SLU\_SLV**

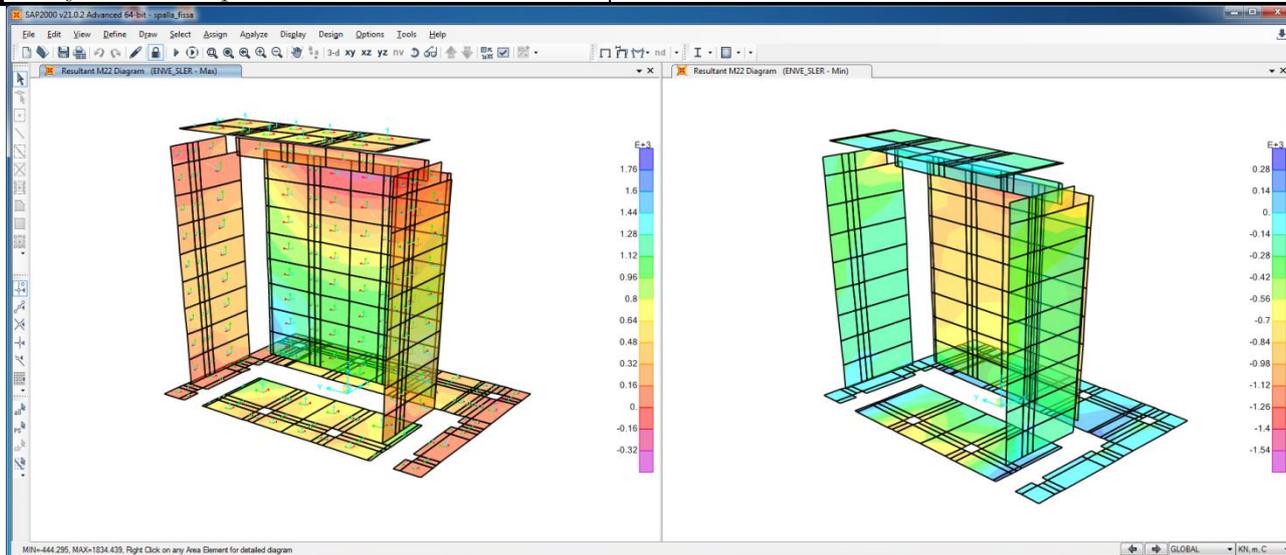


Figura 47: Momento Flettente M22 - Inviluppo SLEF

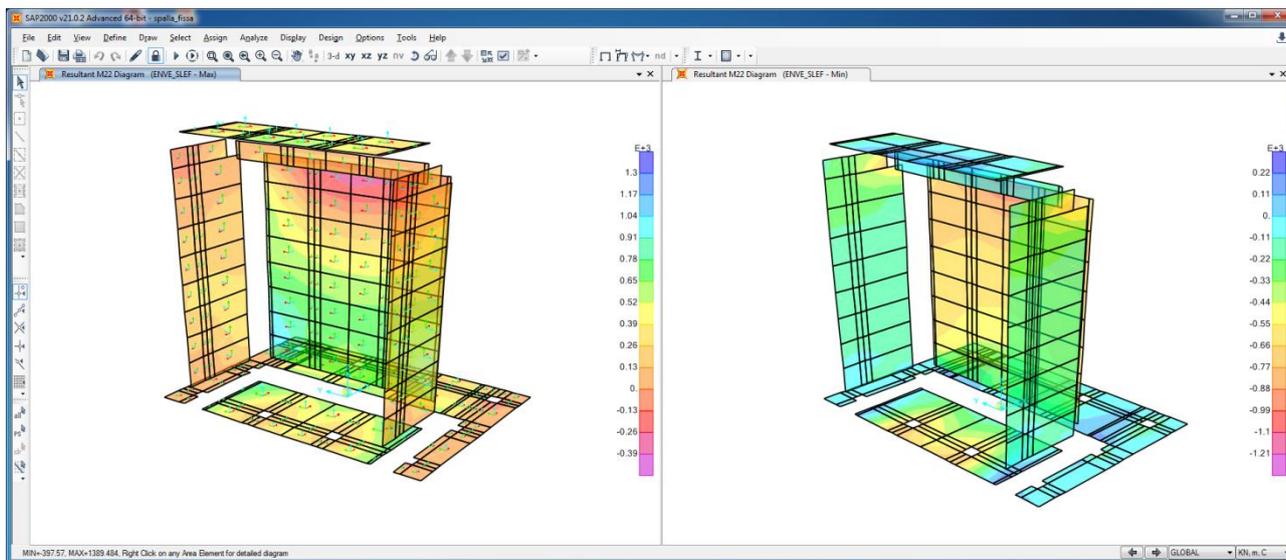


Figura 48: Momento Flettente M22 - Inviluppo SLEF

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	68 di 181

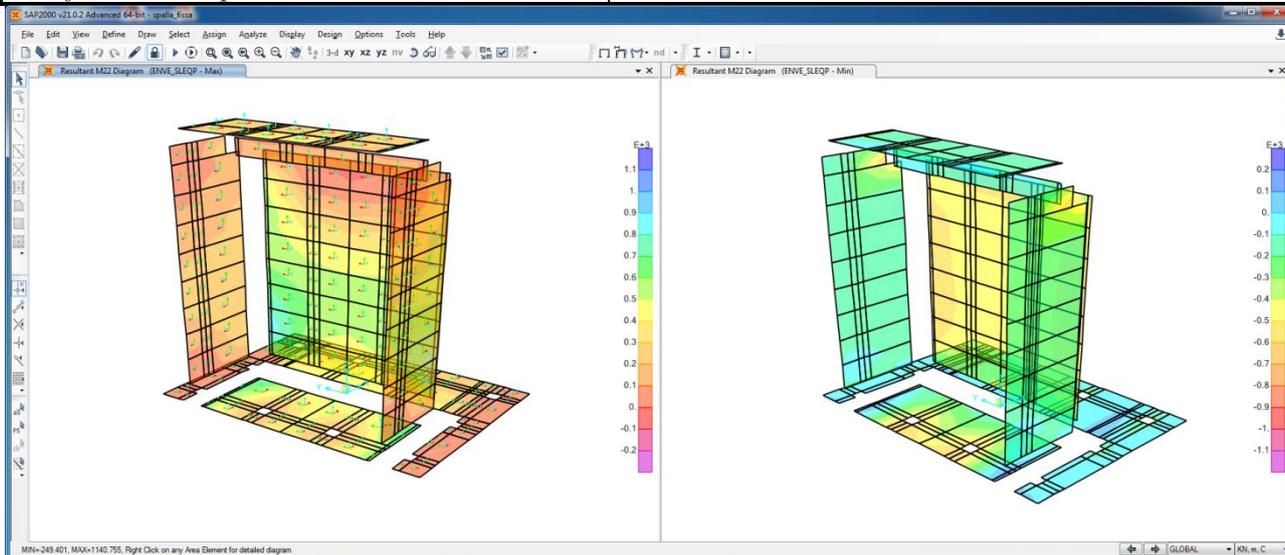


Figura 49: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEQP

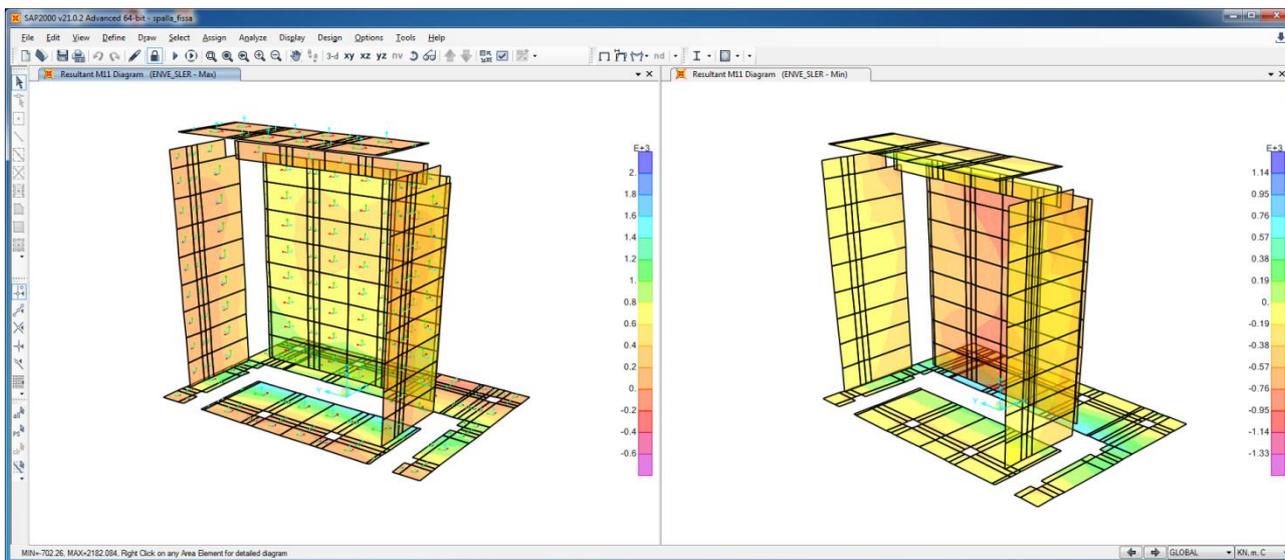


Figura 50: Momento Flettente M11 - Involuppo SLER

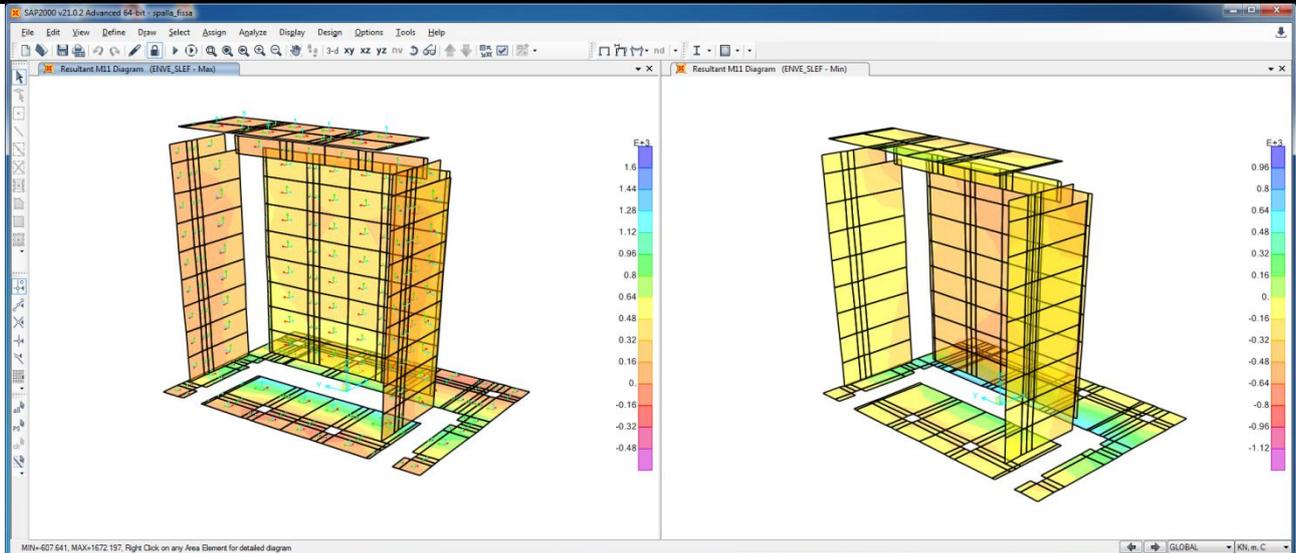


Figura 51: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEF

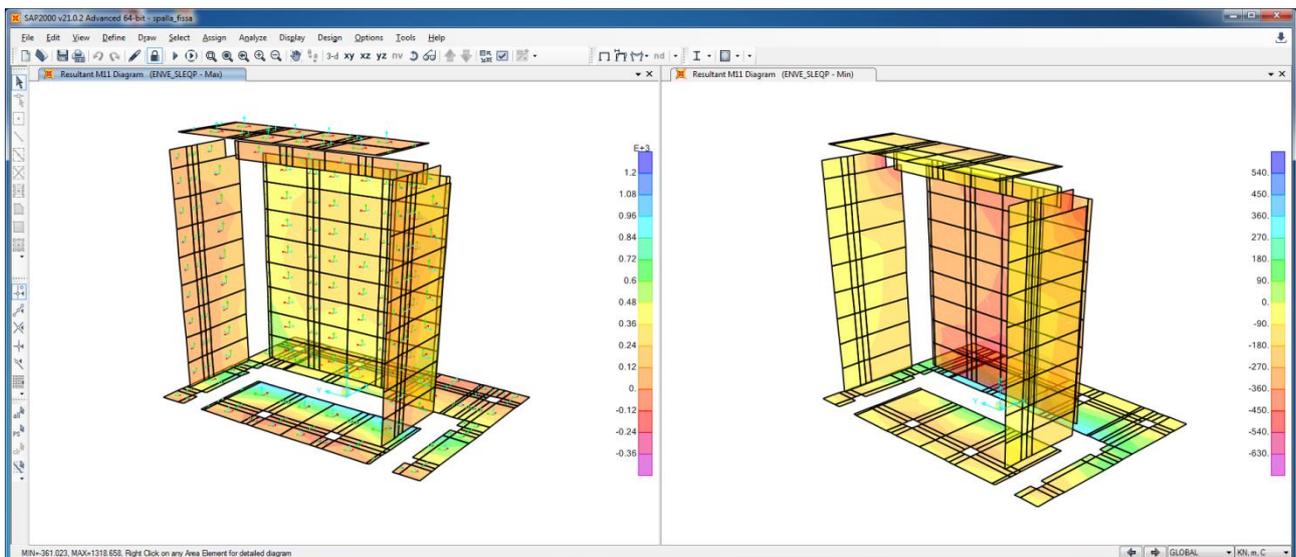
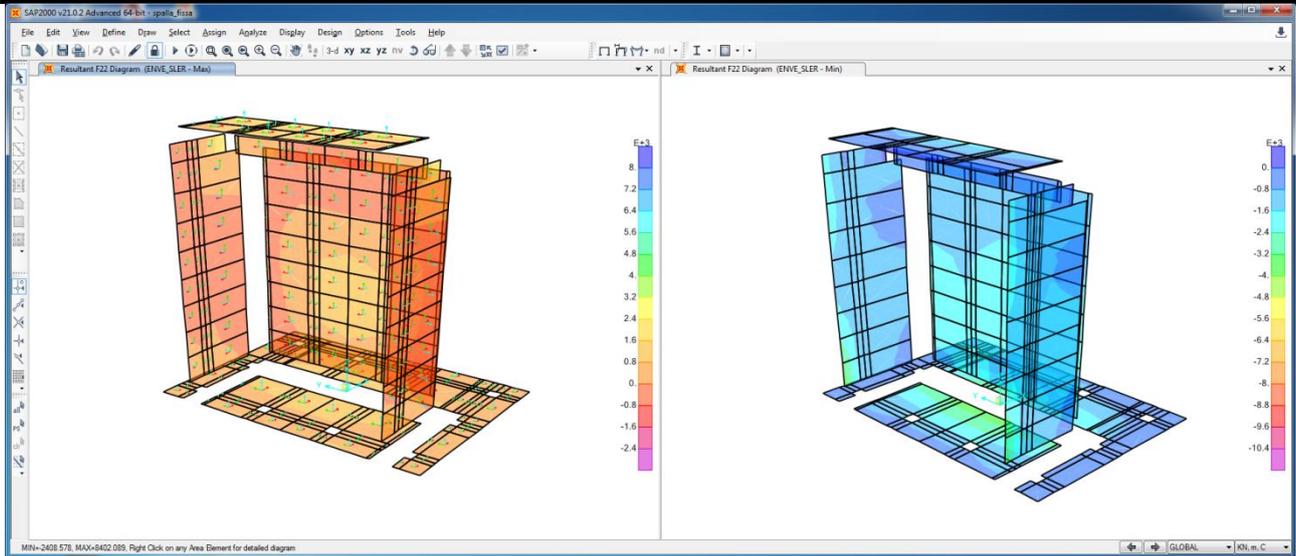
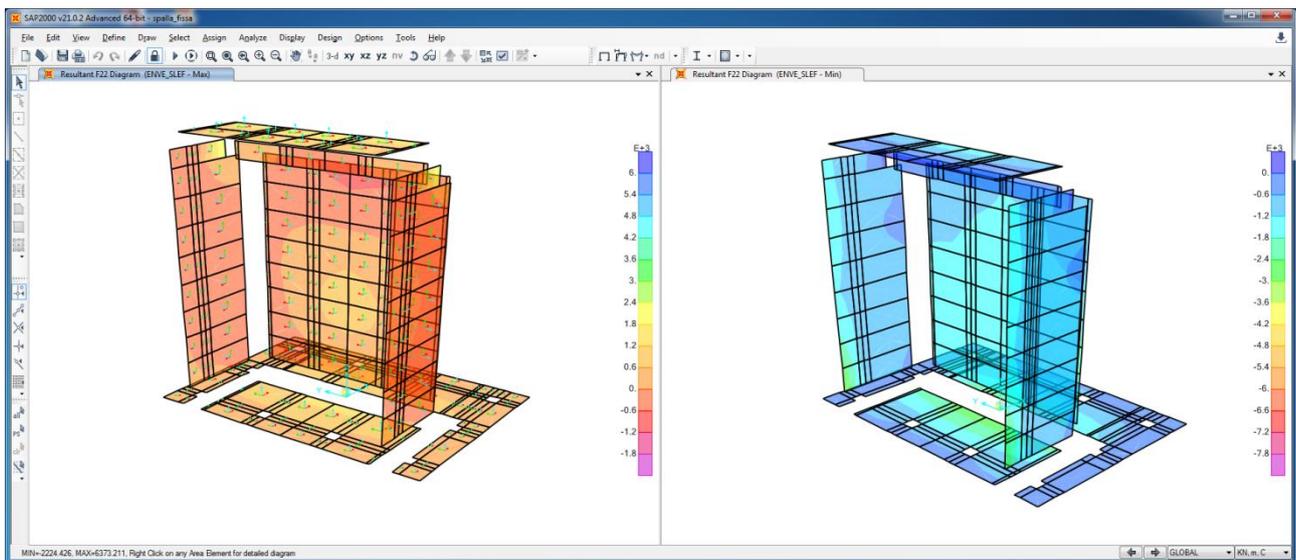


Figura 52: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEQP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	70 di 181



**Figura 53: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLER**



**Figura 54: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLEF**

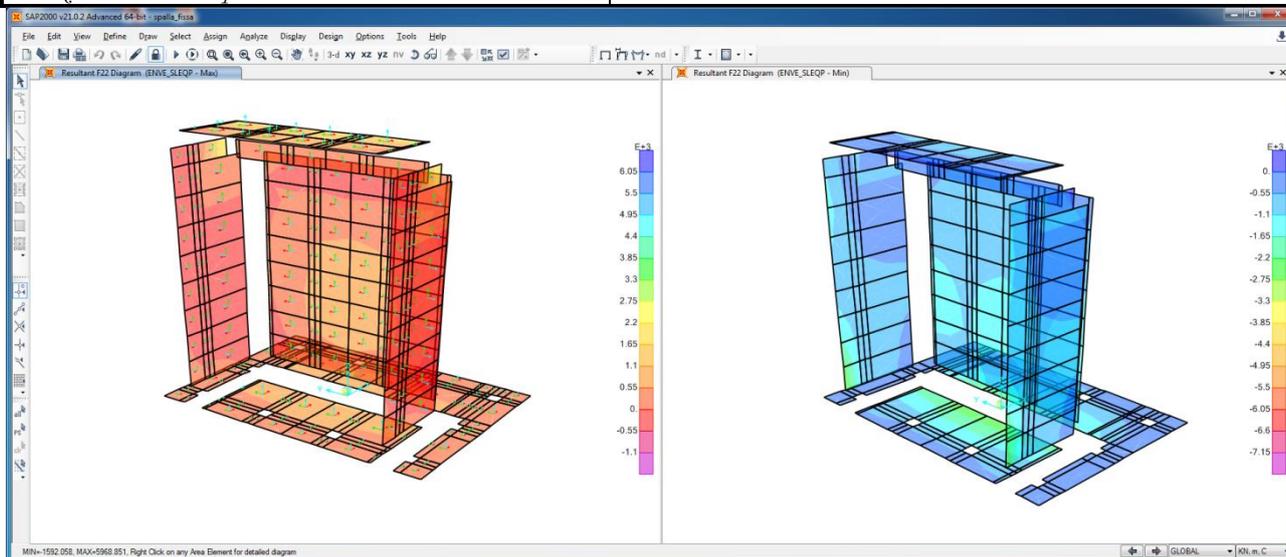


Figura 55: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLEQP

## 12 VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel seguito si riporta la verifica eseguita con il software RC-SEC della Geostru per le condizioni di carico più gravose.

### 12.1 PARAMENTO SP 1.80 M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1166	ENVE_SLU_STR	-313.1	1613.1
1162	ENVE_SLU_STR	2910.1	-1556.0

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1164	ENVE_SLU_STR	123.7	2459.5
1059	ENVE_SLU_STR	1947.6	-1913.0

V13	V23
KN	KN
1452	1359

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1162	ENVE_SLU_SLV	-48.9	853.8
1051	ENVE_SLU_SLV	595.6	-990.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1150	ENVE_SLU_SLV	-255.4	1801.8
1053	ENVE_SLU_SLV	625.1	-641.5

V13	V23
KN	KN
632	718

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1168	ENVE_SLER	419.9	1043.6
1162	ENVE_SLER	1737.5	-1057.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1164	ENVE_SLER	493.7	1725.2
1059	ENVE_SLER	1381.3	-1353.6

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	73 di 181

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1168	ENVE_SLEF	309.7	728.8
1162	ENVE_SLEF	1601.7	-680.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1164	ENVE_SLEF	356.1	1192.4
1059	ENVE_SLEF	1178.7	-1066.3

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1164	ENVE_SLEQP	53.9	622.0
1162	ENVE_SLEQP	1135.4	-627.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1164	ENVE_SLEQP	53.9	978.0
1065	ENVE_SLEQP	645.4	-634.7

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10$

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 24/10$

$A_{s'} = 1\Phi 24/10$

Staffe :  $\Phi 14/20$  a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	74 di 181

## 12.1.1 VERIFICA A TAGLIO

### Taglio V13

Ver

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

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	1452 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione	$h$	1800 mm	
Copriferro	$c$	86 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1714 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1800000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	24 mm	
	$A_{sl}$	4521.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0026 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.34 $\leq$ 2	ok
	$V_{min}$	0.25	
	$V_{Rd}$	569 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	NON VERIFICATA	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	75 di 181

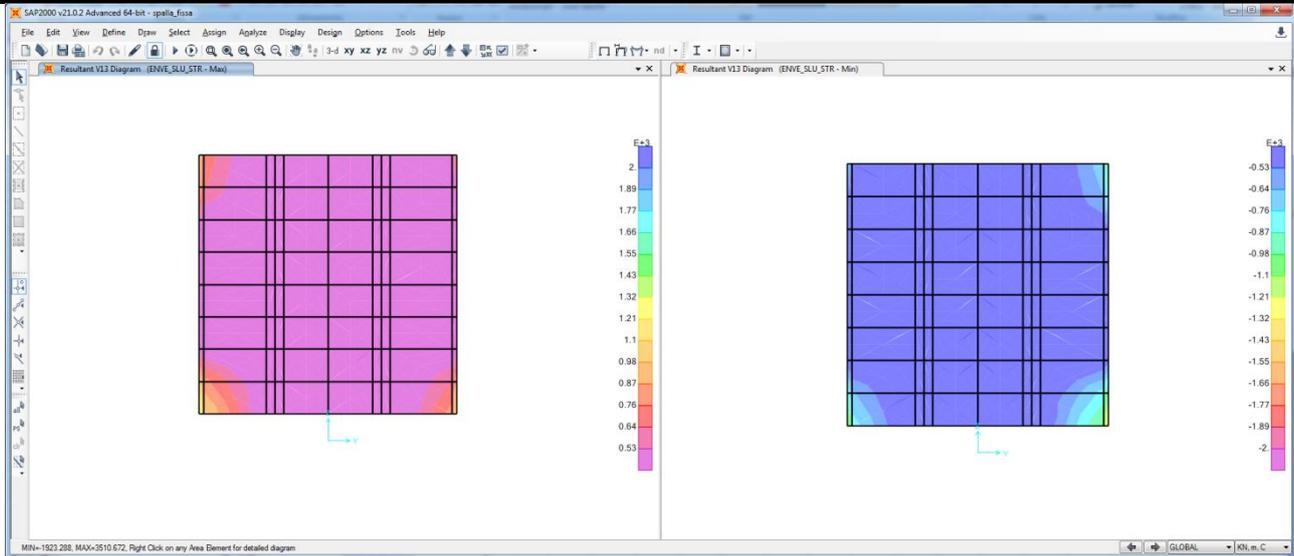
### Taglio V23

#### Ver

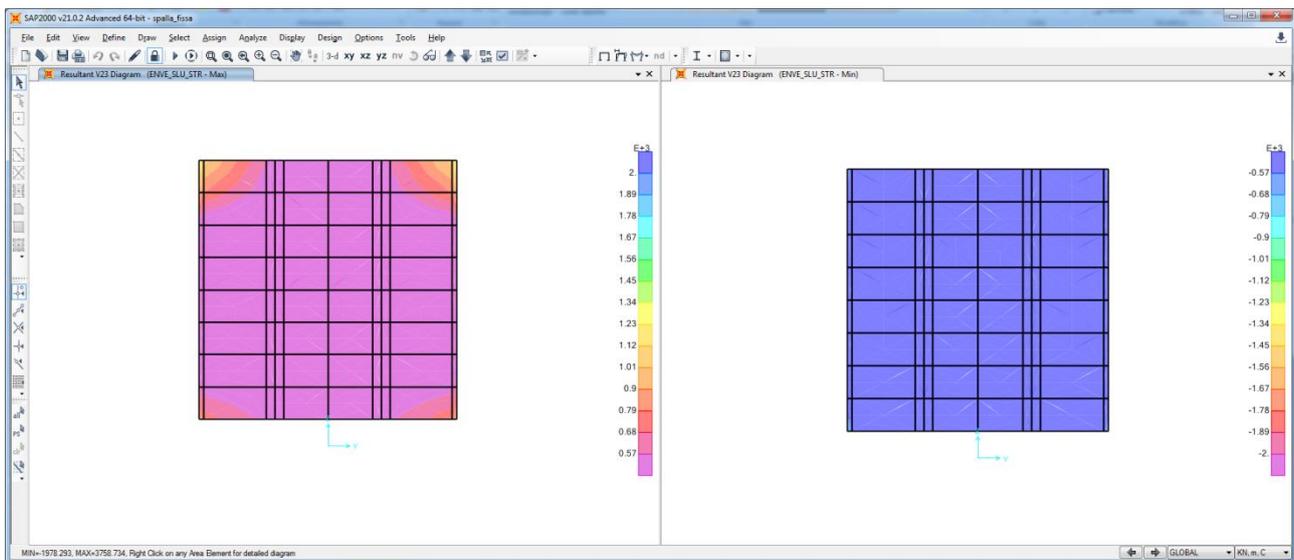
È necessario impiegare barre trasversali e complementi adeguati per realizzare armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	1359 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione	$h$	1800 mm	
Copriferro	$c$	111 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1689 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1800000 mm <sup>2</sup>	
Armadura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	26 mm	
	$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0031 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.34 $\leq$ 2	ok
	$v_{min}$	0.25	
	$V_{Rd}$	595 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23



**Figura 56: Ricoprimento taglio V13**



**Figura 57: Ricoprimento taglio V23**

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a  $V13_{max} = 1452 \text{ KN/m}$  e  $V23_{max} = 1359 \text{ KN/m}$ . Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	77 di 181

## TAGLIO V13

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> °
diametro staffe		$\emptyset$	0.79 rad
numero bracci staffe		n	<b>14</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>4</b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	615.75 mm <sup>2</sup>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	<b>200</b> mm
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	90 °
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1.57 rad
			9.41 N/mm <sup>2</sup>
			<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	1858.40 kN
		$V_{Rcd}$	7255.36 kN
		$V_{Rd}$	1858.40 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## TAGLIO V23

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		$\emptyset$	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	615.75 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1
		$V_{Rsd}$	1831.29 kN
		$V_{Rcd}$	7149.54 kN
		$V_{Rd}$	1831.29 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## 12.1.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro barre trasversali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	98	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 111 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: muro frontale M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettagolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50	MPa	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.1	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.1	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	80 di 181

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	123.70	2459.50	0.00	0.00
2	1947.60	-1913.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	493.70	1725.20
2	1381.30	-1353.60

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

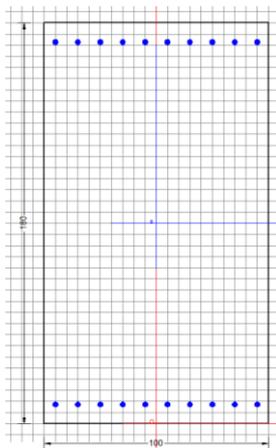
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	356.10	1192.40 (2181.68)
2	1178.70	-1066.30 (-3104.13)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	53.90	978.00 (2002.08)
2	645.40	-634.70 (-2966.46)



#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	81 di 181

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	123.70	2459.50	123.74	3484.06	1.417	167.6	0.07	0.70	53.1 (29.5)
2	S	1947.60	-1913.00	1947.81	-4911.42	2.567	17.9	0.11	0.70	53.1 (29.5)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00036	168.9	-0.04425	11.1
2	0.00350	0.0	0.00132	11.1	-0.02962	168.9

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.50	180.0	0.00	131.2	-166.2	168.9	27.8	2775	53.1	8.6
2	S	3.59	0.0	0.00	81.4	-58.8	11.1	27.8	2775	53.1	8.6

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 =  $0.5$  per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 \cdot e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo =  $0.6 Ss/Es$

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	82 di 181

Relazione di calcolo Spalla

srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00091	0.00034	0.50	0.60	0.000499 (0.000499)	564	0.281 (990.00)	2171.70
2	S	-0.00033	0.00027	0.50	0.60	0.000176 (0.000176)	564	0.099 (990.00)	-2971.83

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.12	180.0	0.00	130.8	-113.7	168.9	27.8	2775	53.1	8.6
2	S	2.81	0.0	0.00	86.0	-41.2	11.1	27.8	2775	53.1	8.6

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00023	0.50	0.60	0.000341 (0.000341)	564	0.192 (0.20)	2181.68
2	S	-0.00023	0.00021	0.50	0.60	0.000124 (0.000124)	564	0.070 (0.20)	-3104.13

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.46	180.0	0.00	138.5	-113.3	168.9	27.8	2775	53.1	8.6
2	S	1.68	0.0	0.00	81.2	-27.7	11.1	27.8	2775	53.1	8.6

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00018	0.50	0.40	0.000340 (0.000340)	564	0.192 (0.20)	2002.08
2	S	-0.00016	0.00013	0.50	0.40	0.000083 (0.000083)	564	0.047 (0.20)	-2966.46

**ENVE SLU SISMICO**
**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**
**NOME SEZIONE: muro frontale M22 - SISMICO**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	83 di 181

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.1	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.1	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-255.40	1801.80	0.00	0.00
2	625.10	-641.50	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-255.40	1801.80			1.702	145.3	0.21	0.70	53.1 (29.5)
2	S	625.10	-641.50			5.766	42.0	0.25	0.75	53.1 (29.5)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	84 di 181

## DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00051	180.0	0.00034	168.9	-0.00196	11.1
2	0.00065	0.0	0.00048	11.1	-0.00196	168.9

### 12.1.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 86 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: muro frontale M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	85 di 181

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50
Comb.Rare - Sf Limite:		337.50 MPa

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-313.10	1613.10	0.00	0.00
2	2910.10	-1556.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	419.90	1043.60
2	1737.50	-1057.80

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	86 di 181

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

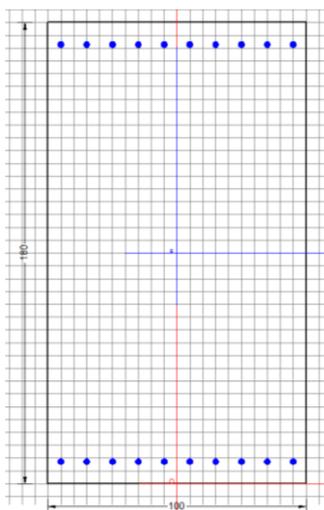
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	309.70	728.80 (2250.64)
2	1601.70	-680.70 (-8708.75)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	53.90	622.00 (1991.52)
2	1135.40	-627.20 (-4817.45)


**RISULTATI DEL CALCOLO**
**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

Viadotto IV01							COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Spalla							RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	87 di 181

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-313.10	1613.10	-313.20	2691.05	1.668	171.0	0.05	0.70	45.2 (29.9)
2	S	2910.10	-1556.00	2910.21	-5261.02	3.381	19.8	0.12	0.70	45.2 (29.9)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00015	171.4	-0.06324	8.6
2	0.00350	0.0	0.00198	8.6	-0.02675	171.4

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.88	180.0	0.00	129.5	-103.4	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	2.82	0.0	0.00	117.1	-19.7	8.6	21.0	2100	45.2	9.2

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00055	0.00022	0.50	0.60	0.000310 (0.000310)	446	0.138 (990.00)	2231.26
2	S	-0.00011	0.00021	0.50	0.60	0.000059 (0.000059)	441	0.026 (990.00)	-4233.01

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.01	180.0	0.00	128.7	-70.7	171.4	21.5	2150	45.2	9.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Spalla						RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	88 di 181

2 S 1.92 0.0 0.00 155.7 -3.0 8.6 8.2 818 45.2 9.2

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00015	0.50	0.60	0.000212 (0.000212)	446	0.094 (0.20)	2250.64
2	S	-0.00002	0.00014	0.50	0.60	0.000009 (0.000009)	325	0.003 (0.20)	-8708.75

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.65	180.0	0.00	139.8	-80.7	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	1.68	0.0	0.00	127.3	-8.7	8.6	17.6	1758	45.2	9.2

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00043	0.00012	0.50	0.40	0.000242 (0.000242)	446	0.108 (0.20)	1991.52
2	S	-0.00005	0.00013	0.50	0.40	0.000026 (0.000026)	410	0.011 (0.20)	-4817.45

### ENVE SLU SISMICO

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

##### NOME SEZIONE: muro frontale M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	89 di 181

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-48.90	853.80	0.00	0.00
2	595.60	-990.20	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-48.90	853.80			3.279	145.8	0.20	0.70	45.2 (29.9)
2	S	595.60	-990.20			3.300	40.0	0.23	0.73	45.2 (29.9)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00049	180.0	0.00037	171.4	-0.00196	8.6
2	0.00060	0.0	0.00047	8.6	-0.00196	171.4

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	90 di 181

## 12.2 MURO PARAGHIAIA

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
704	ENVE_SLU_STR	-211.7	194.7
707	ENVE_SLU_STR	737.2	-171.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
696	ENVE_SLU_STR	-104.6	575.1
707	ENVE_SLU_STR	737.2	-365.7

V13	V23
KN	KN
528	702

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
706	ENVE_SLU_SLV	-175.6	78.3
704	ENVE_SLU_SLV	299.2	-104.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
696	ENVE_SLU_SLV	-73.7	114.2
690	ENVE_SLU_SLV	276.9	-291.7

V13	V23
KN	KN
228	276

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
704	ENVE_SLER	-100.0	139.8
707	ENVE_SLER	589.3	-121.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
696	ENVE_SLER	-12.8	415.7
707	ENVE_SLER	589.3	-261.6

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	91 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
704	ENVE_SLEF	-12.1	107.9
707	ENVE_SLEF	537.9	-87.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
696	ENVE_SLEF	12.0	329.3
707	ENVE_SLEF	537.9	-193.9

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
707	ENVE_SLEQP	-84.3	102.1
704	ENVE_SLEQP	526.9	-78.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
696	ENVE_SLEQP	-28.4	298.8
704	ENVE_SLEQP	526.9	-169.6

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10$  lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 20/10$  lato opposto

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 20/12.5$

$A_{s'} = 1\Phi 20/12.5$

Staffe :  $\Phi 14/10$  a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	92 di 181

## 12.2.1 VERIFICA A TAGLIO

### Taglio V13

Ver

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

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	528 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione	h	600 mm	
Copriferro	c	84 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	d	516 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	600000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	n	8	
	$A_{sl}$	2512 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0049 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1.62 ≤ 2	ok
	$V_{min}$	0.28	
	$V_{Rd}$	254.02 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	NON VERIFICATA	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	93 di 181

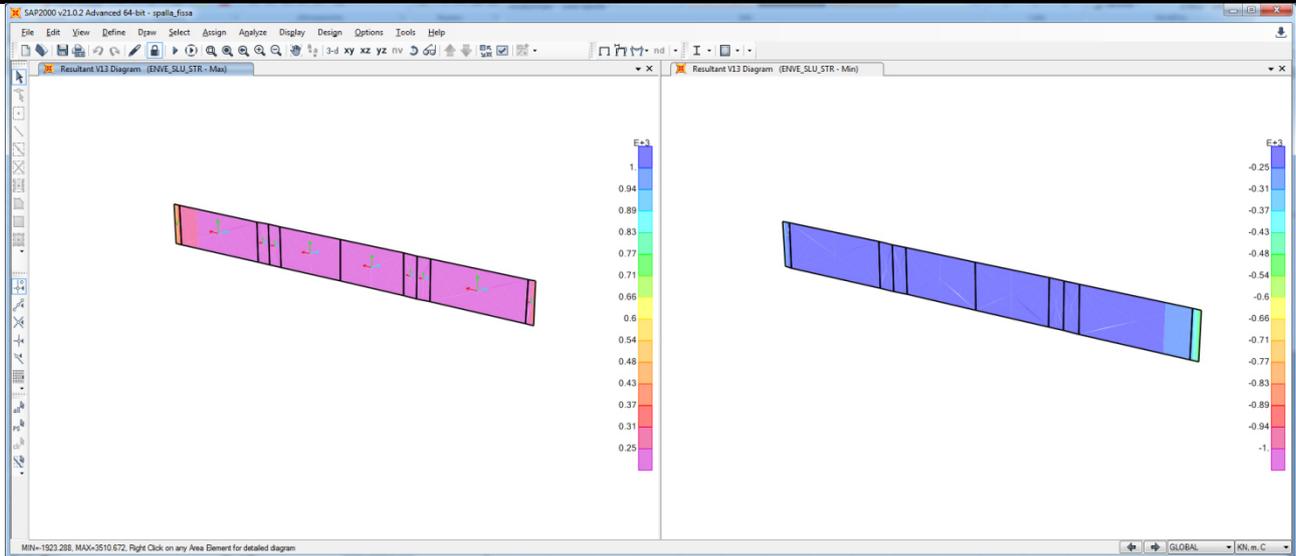
### Taglio V23

#### Ver

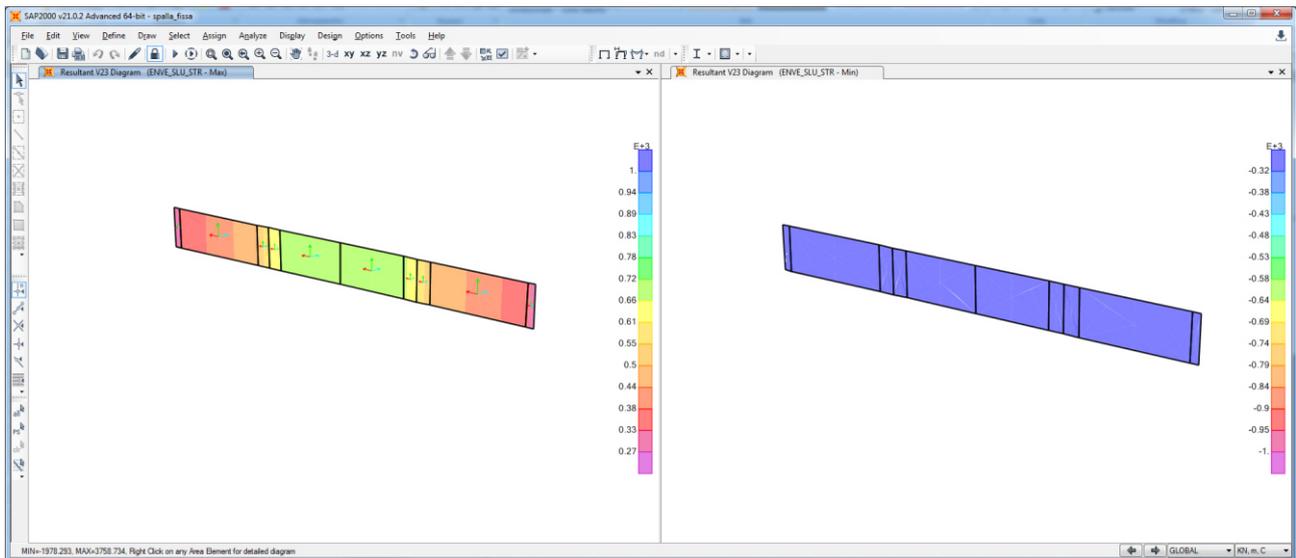
È necessario impiegare barre trasversali e complementi adeguati per realizzare armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	702 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione	$h$	600 mm	
Copriferro	$c$	107 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	493 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	600000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	26 mm	
	$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0108 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.64 $\leq$ 2	ok
	$v_{min}$	0.28	
	$V_{Rd}$	318.98 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23



**Figura 58: Ricoprimento taglio V13**



**Figura 59: Ricoprimento taglio V23**

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a  $V13_{max} = 528 \text{ KN/m}$  e  $V23_{max} = 702 \text{ KN/m}$ . Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	95 di 181

## TAGLIO V13

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

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> °
diametro staffe		$\emptyset$	0.79 rad
numero bracci staffe		n	<b>14</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>4</b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	615.75 mm <sup>2</sup>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	<b>200</b> mm
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	90 °
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1.57 rad
			9.41 N/mm <sup>2</sup>
			<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	559.47 kN
		$V_{Rcd}$	2184.23 kN
		$V_{Rd}$	559.47 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## TAGLIO V23

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> ° 0.79 rad
diametro staffe		$\varnothing$	<b>14</b> mm
numero bracci staffe		n	<b>4</b>
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	615.75 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100</b> mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	1069.07 kN
		$V_{Rcd}$	2086.87 kN
		$V_{Rd}$	1069.07 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## 12.2.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro barre trasversali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	94	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	107	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni
---	-----	------	--



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	97 di 181

## CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro barre trasversali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 94 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 95 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: paraghiaia M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	98 di 181

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50	MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-104.60	575.10	0.00	0.00
2	737.20	-365.70	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-12.80	415.70
2	589.30	-261.60

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

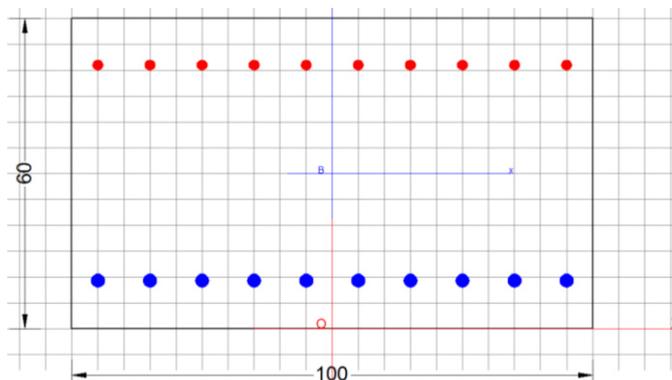
N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	12.00	329.30 (237.85)
2	537.90	-193.90 (-323.93)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-28.40	298.80 (234.75)
2	526.90	-169.60 (-341.99)



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-104.60	575.10	-104.53	884.99	1.543	48.8	0.23	0.72	53.1 (8.6)
2	S	737.20	-365.70	737.07	-731.42	2.022	11.5	0.23	0.73	31.4 (8.8)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00053	50.5	-0.01192	10.7
2	0.00350	0.0	0.00026	10.7	-0.01181	50.5

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	100 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.08	60.0	0.00	40.6	-186.7	50.5	13.5	1353	53.1	8.7
2	S	5.76	0.0	0.00	23.2	-102.3	10.7	12.3	1230	31.4	8.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00127	0.00061	0.50	0.60	0.000648 (0.000560)	432	0.280 (990.00)	236.25
2	S	-0.00069	0.00043	0.50	0.60	0.000307 (0.000307)	422	0.130 (990.00)	-299.16

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.43	60.0	0.00	40.4	-145.8	50.5	13.5	1346	53.1	8.7
2	S	4.24	0.0	0.00	25.5	-62.5	10.7	11.5	1152	31.4	8.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00099	0.00048	0.50	0.60	0.000445 (0.000438)	432	0.192 (0.30)	237.85
2	S	-0.00043	0.00032	0.50	0.60	0.000187 (0.000187)	414	0.078 (0.30)	-323.93

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.80	60.0	0.00	40.8	-136.0	50.5	13.6	1360	53.1	8.7
2	S	3.68	0.0	0.00	27.2	-47.7	10.7	11.0	1096	31.4	8.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00092	0.00043	0.50	0.40	0.000489 (0.000408)	433	0.198 (0.20)	234.75
2	S	-0.00034	0.00028	0.50	0.40	0.000143 (0.000143)	408	0.058 (0.20)	-341.99



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	101 di 181

## ENVE SLU SISMICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: paraghiaia M22 -SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-73.70	114.20	0.00	0.00
2	276.90	-291.70	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	102 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-73.70	114.20			7.712	41.3	0.38	0.92	53.1 (8.6)
2	S	276.90	-291.70			2.071	16.3	0.32	0.84	31.4 (8.8)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00120	60.0	0.00059	50.5	-0.00196	10.7
2	0.00093	0.0	0.00032	10.7	-0.00196	50.5

### 12.2.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali: 20 [mm]  
 Diametro staffe: 14 [mm]  
 Classe Calcestruzzo: C32/40  
 Condizioni ambientali: Aggressive  
 Vita nominale costruzione: 75 [anni] Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni  
 Tolleranza di posa: 10 [mm]

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 84 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: paraghiaia M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	8Ø20	(25.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	8Ø20	(25.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	104 di 181

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-211.70	194.70	0.00	0.00
2	737.20	-171.90	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-100.00	139.80
2	589.30	-121.70

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

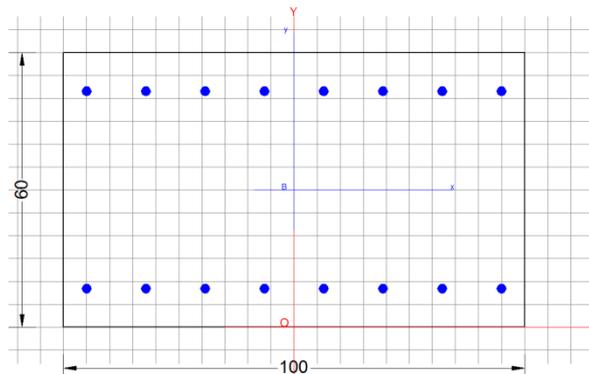
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-12.10	107.90 (214.28)
2	537.90	-87.90 (-619.28)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-84.30	102.10 (199.35)
2	526.90	-78.90 (-745.62)



#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.9 cm

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	105 di 181

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-211.70	194.70	-211.83	436.25	2.241	52.8	0.14	0.70	50.3 (9.0)
2	S	737.20	-171.90	736.91	-646.21	3.759	9.9	0.19	0.70	25.1 (9.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00057	51.6	-0.02151	8.4
2	0.00350	0.0	0.00053	8.4	-0.01474	51.6

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.21	60.0	0.00	46.9	-140.9	51.6	15.6	1562	25.1	11.9
2	S	2.88	0.0	0.00	37.8	-15.9	8.4	7.4	741	25.1	11.9

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	106 di 181

Relazione di calcolo Spalla

srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00086	0.00024	0.50	0.60	0.000423 (0.000423)	463	0.196 (990.00)	201.52
2	S	-0.00013	0.00022	0.50	0.60	0.000048 (0.000048)	352	0.017 (990.00)	-446.36

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.55	60.0	0.00	45.3	-95.8	51.6	15.1	1510	25.1	11.9
2	S	2.11	0.0	0.00	46.0	-4.2	8.4	4.8	480	25.1	11.9

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00059	0.00019	0.50	0.60	0.000287 (0.000287)	456	0.131 (0.20)	214.28
2	S	-0.00005	0.00016	0.50	0.60	0.000013 (0.000013)	317	0.004 (0.20)	-619.28

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.33	60.0	0.00	47.1	-105.1	51.6	15.7	1571	25.1	11.9
2	S	1.93	0.0	0.00	48.8	-1.8	8.4	3.8	378	25.1	11.9

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00064	0.00017	0.50	0.40	0.000315 (0.000315)	464	0.146 (0.20)	199.35
2	S	-0.00003	0.00015	0.50	0.40	0.000005 (0.000005)	303	0.002 (0.20)	-745.62

**ENVE SLU SISMICO**
**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: paraghiaia M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di Trave

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	107 di 181

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	8Ø20	(25.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	8Ø20	(25.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-175.60	78.30	0.00	0.00
2	299.20	-104.90	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.9	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-175.60	78.30			5.288	47.0	0.25	0.75	25.1 (9.0)
2	S	299.20	-104.90			4.960	15.9	0.31	0.83	25.1 (9.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	108 di 181

Relazione di calcolo Spalla

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00066	60.0	0.00023	51.6	-0.00196	8.4
2	0.00087	0.0	0.00041	8.4	-0.00196	51.6

### 12.3 MURI D'ALA LATERALI SP. 1.0M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1196	ENVE_SLU_STR	386.7	757.4
1193	ENVE_SLU_STR	1703.8	-991.6

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
714	ENVE_SLU_STR	-3334.8	994.0
725	ENVE_SLU_STR	-60.4	-1439.6

V13	V23
KN	KN
759	873

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1241	ENVE_SLU_SLV	-591.7	339.0
1241	ENVE_SLU_SLV	636.2	-264.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
725	ENVE_SLU_SLV	-283.7	410.8
725	ENVE_SLU_SLV	174.2	-366.0

V13	V23
KN	KN
247	324



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	109 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1196	ENVE_SLER	386.2	527.8
1193	ENVE_SLER	1107.6	-710.3

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1196	ENVE_SLER	386.2	548.5
725	ENVE_SLER	-171.2	-1025.2

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1196	ENVE_SLEF	335.5	365.6
1193	ENVE_SLEF	818.2	-522.1

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1196	ENVE_SLEF	335.5	386.8
725	ENVE_SLEF	-164.4	-756.9

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
714	ENVE_SLEQP	56.6	327.0
725	ENVE_SLEQP	-8.0	-521.1

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1244	ENVE_SLEQP	201.7	344.0
725	ENVE_SLEQP	-8.0	-657.2

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10 + 1\Phi 26/10$  (2° strato) lato esterno

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$  lato interno

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 20/10$

$A_{s'} = 1\Phi 20/10$

Staffe :  $\Phi 14/20$  a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	110 di 181

### 12.3.1 VERIFICA A TAGLIO

#### Taglio V13

Ver

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

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	759 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione	h	1000 mm	
Copriferro	c	84 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	d	916 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1000000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$\varnothing$	20 mm	
	$A_{sl}$	3140 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0034 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1.47 $\leq$ 2	ok
	$V_{min}$	0.26	
	$V_{Rd}$	362.78 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

Viadotto IV01

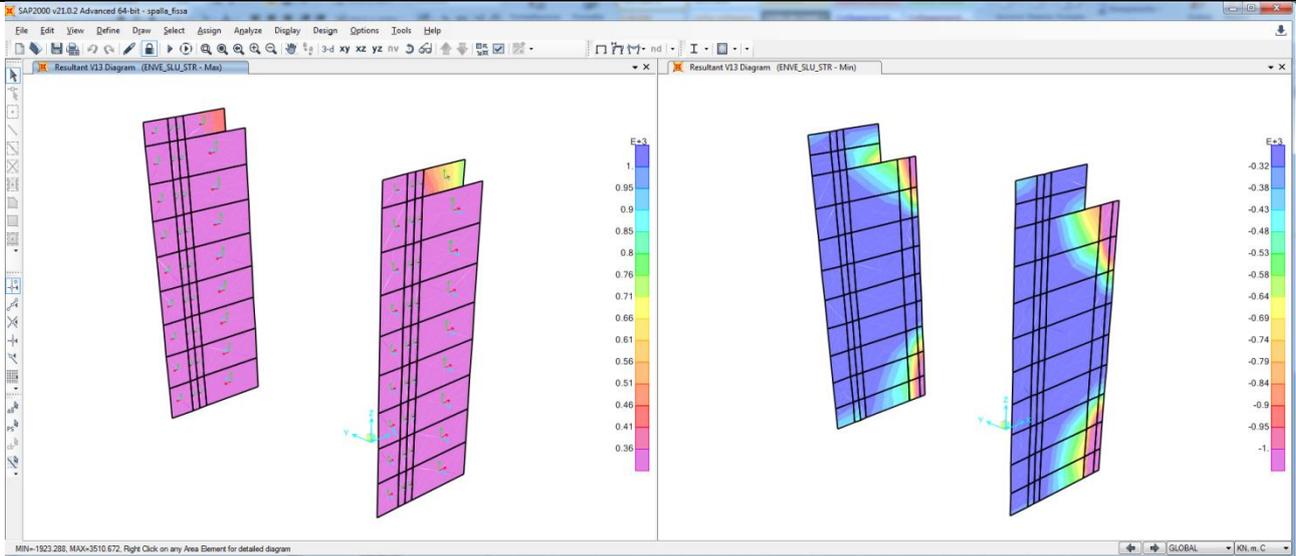
Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	111 di 181

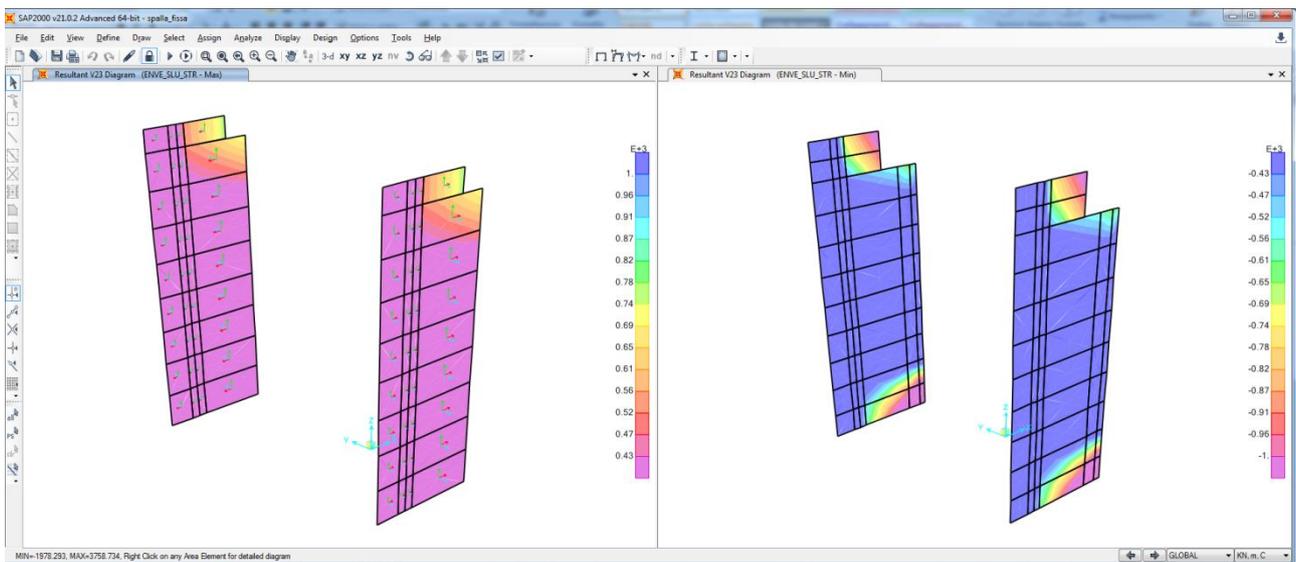
### Taglio V23

Ver					
È necessario impiegare barre trasversali e complementi adeguati per realizzare armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio $V_{Rd}$ di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.					
Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	873 kN		
		$N_{Ed}$	0 kN		
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>		
		$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>		
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>		
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5		
Altezza sezione		$h$	1000 mm		
Copriferro		$c$	107 mm		
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000 mm		
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	893 mm		
Area Calcestruzzo		$A_c$	1000000 mm <sup>2</sup>		
Armatura longitudinale tesa	$n$ 15	$\varnothing$	26 mm		
		$A_{sl}$	7959.9 mm <sup>2</sup>		
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0089 $\leq$ 0.02	ok	
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok	
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	1.47 $\leq$ 2	ok	
		$v_{min}$	0.26		
		$V_{Rd}$	488.32 kN		
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>		

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23



**Figura 60: Ricoprimento taglio V13**



**Figura 61: Ricoprimento taglio V23**

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a  $V13_{max} = 759 \text{ KN/m}$  e  $V23_{max} = 873 \text{ KN/m}$ . Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	113 di 181

## Taglio V13

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> °
diametro staffe		$\emptyset$	0.79 rad
numero bracci staffe		n	<b>14</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>4</b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	615.75 mm <sup>2</sup>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	<b>200</b> mm
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	90 °
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1.57 rad
			9.41 N/mm <sup>2</sup>
			<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	993.17 kN
		$V_{Rcd}$	3877.43 kN
		$V_{Rd}$	993.17 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## Taglio V23

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		$\varnothing$	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	615.75 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1
		$V_{Rsd}$	968.23 kN
		$V_{Rcd}$	3780.07 kN
		$V_{Rd}$	968.23 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## 12.3.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro barre trasversali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	94	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 107 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

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

#### NOME SEZIONE: muro ala M22

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

 Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

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

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	10.7	26
2	45.0	89.3	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	116 di 181

Relazione di calcolo Spalla

3	-45.0	89.3	26
4	45.0	10.7	26
5	45.0	83.9	26
6	-45.0	83.9	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3334.80	994.00	0.00	0.00	0.00
2	-60.40	-1439.60	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	386.20	548.50	0.00
2	-171.20	-1025.20	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	335.50	386.80 (818.31)	0.00 (0.00)

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

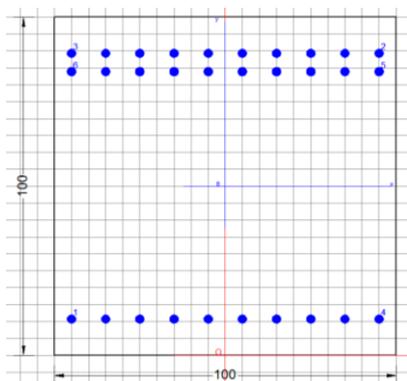
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	117 di 181

2	-164.40	-756.90 (-709.50)	0.00 (0.00)
---	---------	-------------------	-------------

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	201.70	344.00 (765.61)	0.00 (0.00)
2	-8.00	-657.20 (-734.88)	0.00 (0.00)



### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3334.80	994.00	0.00	3334.74	2973.18	0.00	3.20	53.1(17.5)
2	S	-60.40	-1439.60	0.00	-60.45	-3216.03	0.00	2.24	106.2(17.5)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	118 di 181

Relazione di calcolo Spalla

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.225	50.0	100.0	0.00163	45.0	89.3	-0.01208	-45.0	10.7
2	0.00350	0.199	-50.0	0.0	0.00140	-45.0	10.7	-0.01406	45.0	89.3

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000174475	-0.013947503	0.225	0.721
2	0.000000000	-0.000196627	0.003500000	0.199	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.58	-50.0	100.0	-96.8	-25.0	10.7	2250	53.1
2	S	5.73	50.0	0.0	-142.8	-35.0	89.3	2200	106.2

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.500	26.0	94	0.00029 (0.00029)	507	0.147 (990.00)	786.84	0.00
2	S	-0.00085	0	0.500	26.0	94	0.00047 (0.00043)	411	0.194 (990.00)	-715.55	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	119 di 181

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.54	-50.0	100.0	-63.0	-35.0	10.7	2200	53.1
2	S	4.20	50.0	0.0	-107.2	-35.0	89.3	2250	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.500	26.0	94	0.00019 (0.00019)	503	0.095 (0.20)	818.31	0.00
2	S	-0.00064	0	0.500	26.0	94	0.00032 (0.00032)	413	0.133 (0.20)	-709.50	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.23	-50.0	100.0	-64.1	5.0	10.7	2300	53.1
2	S	3.76	50.0	0.0	-86.9	-35.0	89.3	2150	106.2

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.500	26.0	94	0.00019 (0.00019)	511	0.098 (0.20)	765.61	0.00
2	S	-0.00052	0	0.500	26.0	94	0.00028 (0.00026)	409	0.113 (0.20)	-734.88	0.00

## ENVE SLU SISMICO

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

#### NOME SEZIONE: muro ala M22 - SISMICO

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	120 di 181

Diagramma tensione-deformaz.:

Bilineare finito

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

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

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	10.7	26
2	-45.0	89.3	26
3	45.0	89.3	26
4	45.0	10.7	26
5	45.0	83.9	26
6	-45.0	83.9	26

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-283.70	410.80	0.00	0.00	0.00
2	174.20	-366.00	0.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	121 di 181

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-283.70	410.80	0.00	-283.88	1545.67	0.00	3.56	53.1(15.6)
2	S	174.20	-366.00	0.00	173.90	-3013.30	0.00	8.13	106.2(15.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00067	0.254	50.0	100.0	0.00035	45.0	89.3	-0.00196	-45.0	10.7
2	0.00127	0.393	-50.0	0.0	0.00088	-45.0	10.7	-0.00196	-45.0	89.3

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000029362	-0.002270676	0.254	0.757
2	0.000000000	-0.000036115	0.001268540	0.393	0.932

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<b>COMMESSA</b> <b>RS3H</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>D 78</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>CL IV0104 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>

### 12.3.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

**Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 84 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni**

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: muro ala M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	123 di 181

Relazione di calcolo Spalla

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	386.70	757.40	0.00	0.00
2	1703.80	-991.60	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	386.20	527.80
2	1107.60	-710.30

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	335.50	365.60 (723.33)
2	818.20	-522.10 (-843.06)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

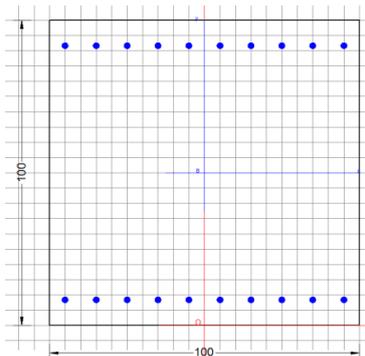
N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	124 di 181

N° Comb.	N	Mx
1	56.60	327.00 (622.05)
2	-8.00	-521.10 (-600.76)



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	386.70	757.40	386.61	1245.54	1.644	90.6	0.10	0.70	31.4 (16.0)
2	S	1703.80	-991.60	1704.03	-1784.58	1.800	14.0	0.15	0.70	31.4 (16.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	100.0	0.00037	91.6	-0.03059	8.4
2	0.00350	0.0	0.00140	8.4	-0.01941	91.6

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X, Y, O)

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	125 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.61	100.0	0.00	70.3	-144.4	91.6	21.0	2100	31.4	9.2
2	S	6.23	0.0	0.00	40.6	-119.4	8.4	19.9	1993	31.4	9.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00082	0.00035	0.50	0.60	0.000433 (0.000433)	479	0.207 (990.00)	695.07
2	S	-0.00069	0.00047	0.50	0.60	0.000358 (0.000358)	467	0.167 (990.00)	-841.39

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.21	100.0	0.00	68.2	-90.7	91.6	21.0	2100	31.4	9.2
2	S	4.58	0.0	0.00	40.7	-87.3	8.4	19.9	1990	31.4	9.2

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00052	0.00024	0.50	0.60	0.000272 (0.000272)	479	0.130 (0.20)	723.33
2	S	-0.00051	0.00034	0.50	0.60	0.000262 (0.000262)	467	0.122 (0.20)	-843.06

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.77	100.0	0.00	75.8	-115.7	91.6	21.0	2100	31.4	9.2
2	S	4.34	0.0	0.00	22.6	-199.0	8.4	21.0	2100	31.4	9.2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00065	0.00021	0.50	0.40	0.000347 (0.000347)	479	0.166 (0.30)	622.05
2	S	-0.00112	0.00033	0.50	0.40	0.000597 (0.000597)	479	0.286 (0.30)	-600.76

## ENVE SLU SISMICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: muro ala M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-591.70	339.00	0.00	0.00
2	636.20	-264.80	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	127 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-591.70	339.00			2.339	84.5	0.17	0.70	31.4 (16.0)
2	S	636.20	-264.80			4.835	25.6	0.28	0.79	31.4 (16.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00040	100.0	0.00018	91.6	-0.00196	8.4
2	0.00076	0.0	0.00051	8.4	-0.00196	91.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	128 di 181

## 12.4 SOLETTA DI FONDAZIONE

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
588	ENVE_SLU_STR	0.0	2311.2
355	ENVE_SLU_STR	0.0	-799.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
585	ENVE_SLU_STR	0.0	1605.5
375	ENVE_SLU_STR	0.0	-1492.4

V13	V23
KN	KN
1442	1033

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
343	ENVE_SLU_SLV	0.0	2635.6
332	ENVE_SLU_SLV	0.0	-1182.0

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
389	ENVE_SLU_SLV	0.0	1118.2
387	ENVE_SLU_SLV	0.0	-981.6

V13	V23
KN	KN
1121	1197

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
588	ENVE_SLER	0.0	1659.4
355	ENVE_SLER	0.0	-435.0

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
585	ENVE_SLER	0.0	1161.8
375	ENVE_SLER	0.0	-837.5

*Viadotto IV01*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	129 di 181

*Relazione di calcolo Spalla*

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
588	ENVE_SLEF	0.0	1309.3
355	ENVE_SLEF	0.0	-415.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
585	ENVE_SLEF	0.0	908.4
375	ENVE_SLEF	0.0	-800.9

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
588	ENVE_SLEQP	0.0	1061.1
378	ENVE_SLEQP	0.0	-347.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
587	ENVE_SLEQP	0.0	786.7
375	ENVE_SLEQP	0.0	-646.6

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata in entrambe le direzioni.

$A_s = 1\Phi 26/10$

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$

staffe  $\Phi 14/20$  a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

## 12.4.1 VERIFICA A TAGLIO

### Taglio V13

#### Ver

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

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	1442 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	24.9 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	$f_{cd}$	14.11 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione	$h$	1800 mm	
Copriferro	$c$	103 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1697 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1800000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	26 mm	
	$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0031 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.34 $\leq$ 2	ok
	$V_{min}$	0.21	
	$V_{Rd}$	542.18 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	NON VERIFICATA	

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	131 di 181

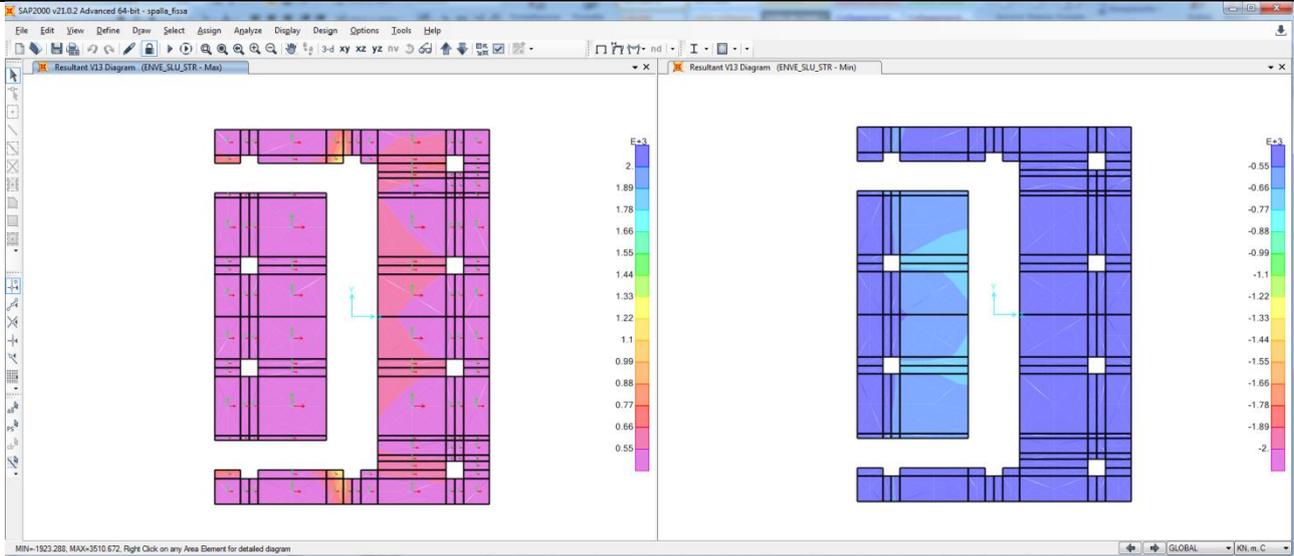
### Taglio V23

#### Ver

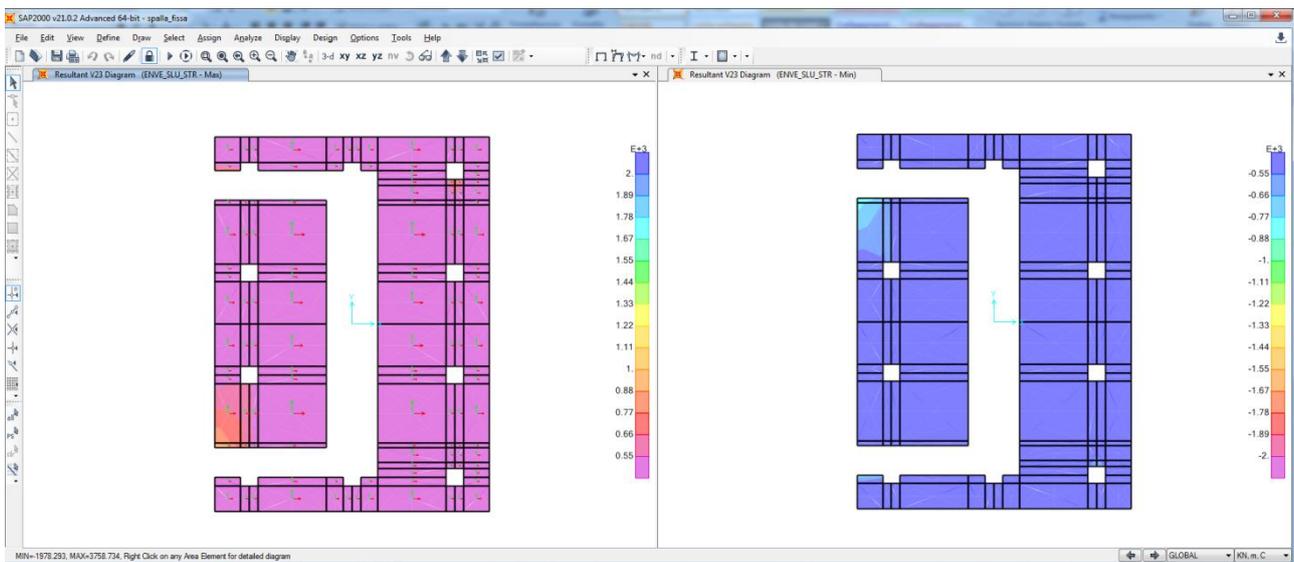
È necessario impiegare barre trasversali e complementi adeguati per realizzare armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	1033 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	<b>C25/30</b>	$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	24.9 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	14.11 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione	$h$	1800 mm	
Copriferro	$c$	77 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1723 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1800000 mm <sup>2</sup>	
Armadura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	26 mm	
	$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0031 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.34 $\leq$ 2	ok
	$v_{min}$	0.21	
	$V_{Rd}$	546.65 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23



**Figura 62: Ricoprimento taglio V13**



**Figura 63: Ricoprimento taglio V23**

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a  $V13_{max} = 1442$  KN/m e  $V23_{max} = 1033$  KN/m. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	133 di 181

## Taglio V13

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45</b> °
diametro staffe		$\emptyset$	0.79 rad
numero bracci staffe		n	<b>14</b> mm
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>4</b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	615.75 mm <sup>2</sup>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	<b>200</b> mm
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	90 °
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1.57 rad
			7.06 N/mm <sup>2</sup>
			<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	1839.97 kN
		$V_{Rcd}$	5387.55 kN
		$V_{Rd}$	1839.97 kN

Verifica:

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

**VERIFICATA**

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	134 di 181

## Taglio V23

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		$\varnothing$	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	615.75 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	7.06 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1
		$V_{Rsd}$	1868.16 kN
		$V_{Rcd}$	5470.09 kN
		$V_{Rd}$	1868.16 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## 12.4.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]
-----------------------------------	----	------

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	64	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	77	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni
---	----	------	--



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	135 di 181

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: fondazione M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	136 di 181

MT		Momento torcente [kN m]		
N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1605.50	0.00	0.00
2	0.00	-1492.40	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	1161.80
2	0.00	-837.50

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

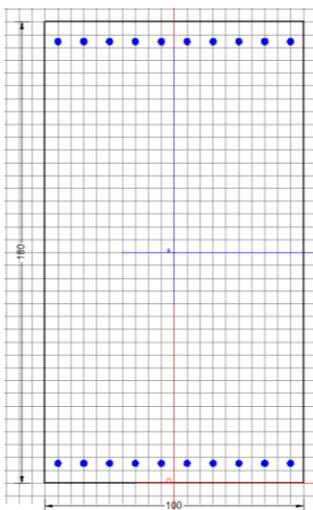
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	908.40 (1689.27)
2	0.00	-800.90 (-1689.27)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	786.70 (1689.27)
2	0.00	-646.60 (-1689.27)



#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	137 di 181

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1605.50	-0.21	3459.86	2.155	169.8	0.06	0.70	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-1492.40	-0.21	-3459.86	2.318	10.2	0.06	0.70	53.1 (36.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00086	172.3	-0.05566	7.7
2	0.00350	0.0	0.00086	7.7	-0.05566	172.3

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.75	180.0	0.00	140.1	-136.5	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	1.98	0.0	0.00	39.9	-98.4	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	138 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00021	0.50	0.60	0.000409 (0.000409)	378	0.155 (990.00)	1689.27
2	S	-0.00052	0.00015	0.50	0.60	0.000295 (0.000295)	378	0.112 (990.00)	-1689.27

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.15	180.0	0.00	140.1	-106.7	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	1.89	0.0	0.00	39.9	-94.1	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00056	0.00016	0.50	0.60	0.000320 (0.000320)	378	0.121 (0.40)	1689.27
2	S	-0.00050	0.00014	0.50	0.60	0.000282 (0.000282)	378	0.107 (0.40)	-1689.27

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.86	180.0	0.00	140.1	-92.4	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	1.53	0.0	0.00	39.9	-75.9	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00049	0.00014	0.50	0.40	0.000277 (0.000277)	378	0.105 (0.30)	1689.27
2	S	-0.00040	0.00011	0.50	0.40	0.000228 (0.000228)	378	0.086 (0.30)	-1689.27

### ENVE SLU SISMICO

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M22 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	139 di 181

Relazione di calcolo Spalla

	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1118.20	0.00	0.00
2	0.00	-981.60	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1118.20			2.972	139.4	0.24	0.73	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-981.60			3.385	40.6	0.24	0.73	53.1 (36.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	140 di 181

## DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00060	180.0	0.00049	172.3	-0.00196	7.7
2	0.00060	0.0	0.00049	7.7	-0.00196	172.3

### 12.4.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 50 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 90 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 103 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: fondazione M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50	MPa	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2311.20	0.00	0.00
2	0.00	-799.90	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	142 di 181

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1659.40
2	0.00	-435.00

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

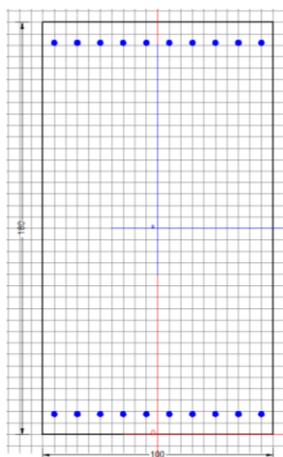
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1309.30 (1670.19)
2	0.00	-415.90 (-1670.19)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1061.10 (1670.19)
2	0.00	-347.50 (-1670.19)



### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	143 di 181

Relazione di calcolo Spalla

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	2311.20	-0.06	3384.59	1.464	167.5	0.07	0.70	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-799.90	-0.06	-3384.59	4.231	12.5	0.07	0.70	53.1 (36.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00061	169.7	-0.04412	10.3
2	0.00350	0.0	0.00061	10.3	-0.04412	169.7

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.08	180.0	0.00	140.1	-199.0	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	1.07	0.0	0.00	39.9	-52.2	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00107	0.00031	0.50	0.60	0.000597 (0.000597)	520	0.311 (990.00)	1670.19
2	S	-0.00028	0.00008	0.50	0.60	0.000156 (0.000156)	520	0.081 (990.00)	-1670.19

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	144 di 181

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.22	180.0	0.00	140.1	-157.0	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	1.02	0.0	0.00	39.9	-49.9	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00085	0.00024	0.50	0.60	0.000471 (0.000471)	520	0.245 (0.40)	1670.19
2	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000150 (0.000150)	520	0.078 (0.40)	-1670.19

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.61	180.0	0.00	140.1	-127.2	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	0.86	0.0	0.00	39.9	-41.7	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00069	0.00020	0.50	0.40	0.000382 (0.000382)	520	0.199 (0.30)	1670.19
2	S	-0.00022	0.00006	0.50	0.40	0.000125 (0.000125)	520	0.065 (0.30)	-1670.19

**ENVE SLU SISMICO**
**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**
**NOME SEZIONE: fondazione M11 - SISMICO**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	145 di 181

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2635.60	0.00	0.00
2	0.00	-1182.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	2635.60			1.235	139.4	0.24	0.74	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-1182.00			2.753	40.6	0.24	0.74	53.1 (36.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	146 di 181

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00062	180.0	0.00046	169.7	-0.00196	10.3
2	0.00062	0.0	0.00046	10.3	-0.00196	169.7

## 12.5 SOLETTA DI COPERTURA

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
35	SLU6	0.0	388.3
35	SLU5	0.0	-719.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	SLU6	0.0	1141.7
45	SLU5	0.0	-540.1

V13	V23
KN	KN
419	852

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
37	SLV1	0.0	176.0
37	SLV5	0.0	-187.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
38	SLV10	0.0	319.8
30	SLV1	0.0	-319.4

V13	V23
KN	KN
173	299

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
35	SLER2	0.0	264.4
35	SLER1	0.0	-522.3

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	SLER2	0.0	741.0
45	SLER1	0.0	-355.5

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	147 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
35	SLEF2	0.0	227.4
35	SLEF1	0.0	-429.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	SLEF2	0.0	648.5
47	SLEF2	0.0	-216.2

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
42	SLEQP1	0.0	144.6
37	SLEQP1	0.0	-316.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
38	SLEQP2	0.0	337.4
45	SLEQP1	0.0	-179.4

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

Armatura trasversale:

inferiore  $A_s = 1\Phi 24/10$

superiore  $A_s' = 1\Phi 20/10$

staffe  $\Phi 14/20$  a 4 bracci

Armatura longitudinale:

inferiore  $A_s = 1\Phi 20/10$

superiore  $A_s' = 1\Phi 20/10$

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

## 12.5.1 VERIFICA A TAGLIO

### Taglio V13

#### Ver

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

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	419 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione	$h$	1300 mm	
Copriferro	$c$	70 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1230 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1300000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	20 mm	
	$A_{sl}$	3140 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0026 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.40 $\leq$ 2	ok
	$V_{min}$	0.25	
	$V_{Rd}$	422.28 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA	

### Taglio V23

#### Ver

È necessario impiegare elementi passivi e momentaneamente inerte, per esempio armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	852 kN	
	$N_{Ed}$	0 kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione	$h$	1300 mm	
Copriferro	$c$	92 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	$d$	1208 mm	
Area Calcestruzzo	$A_c$	1300000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$	10	
	$\varnothing$	24 mm	
	$A_{sl}$	4521.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$	0.0037 $\leq$ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	0.0000 $\leq$ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1.41 $\leq$ 2	ok
	$v_{min}$	0.25	
	$V_{Rd}$	472.39 kN	
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

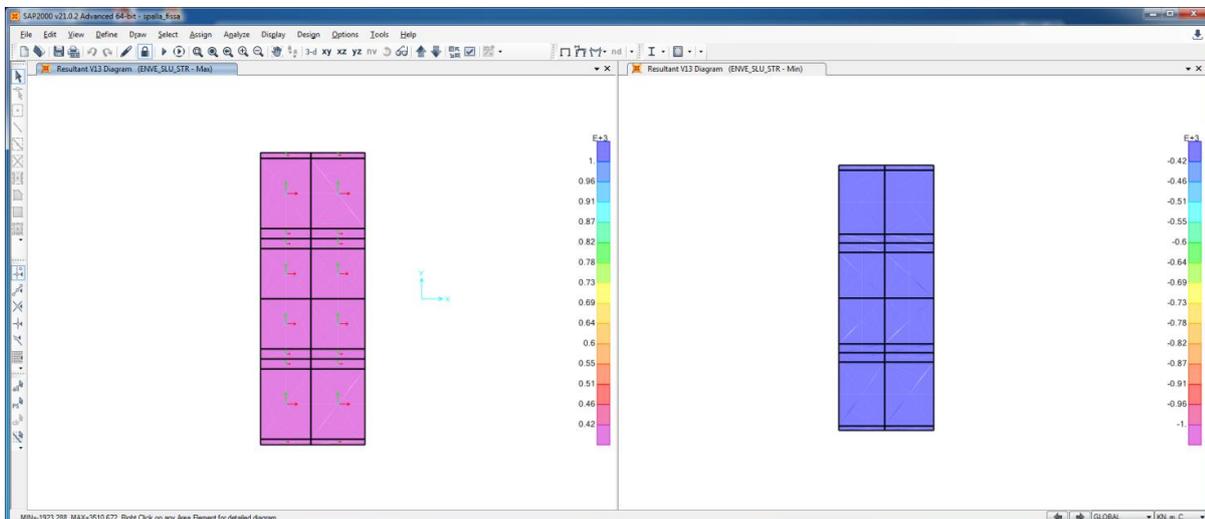
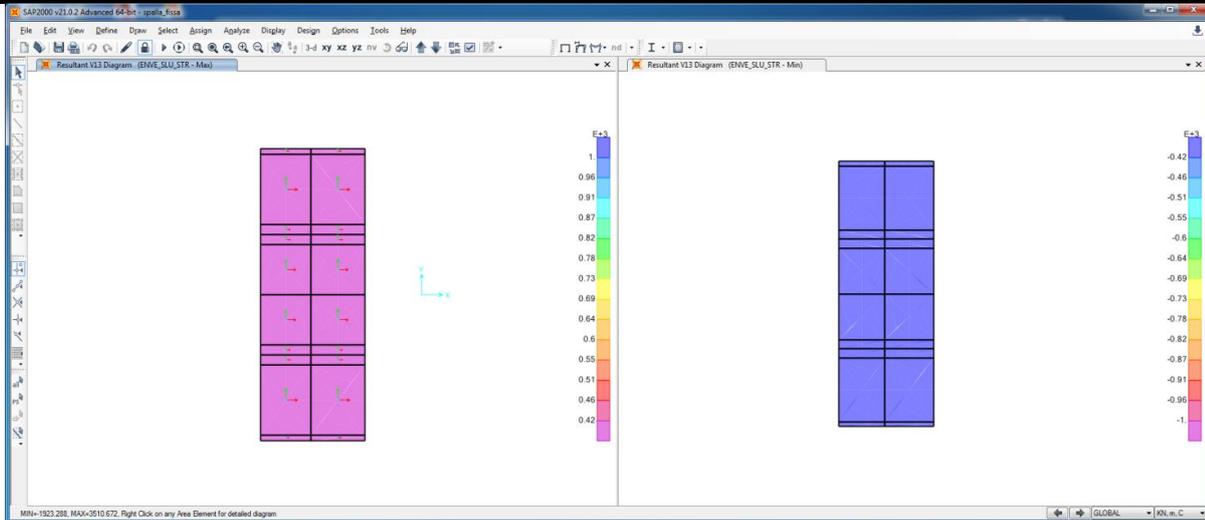


Figura 64: Ricoprimento taglio V13



**Figura 65: Ricoprimento taglio V23**

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a  $V_{23max} = 852 \text{ KN/m}$ . Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	151 di 181

### Taglio V23

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

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		$\varnothing$	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	615.75 mm <sup>2</sup>
Intersasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	9.41 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	1
		$V_{Rsd}$	1309.77 kN
		$V_{Rcd}$	5113.46 kN
		$V_{Rd}$	1309.77 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

## 12.5.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro barre trasversali:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 92 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: soletta M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50
Comb.Rare - Sf Limite:		337.50 MPa

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	153 di 181

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1141.70	0.00	0.00
2	0.00	-540.10	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	741.00
2	0.00	-355.50

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

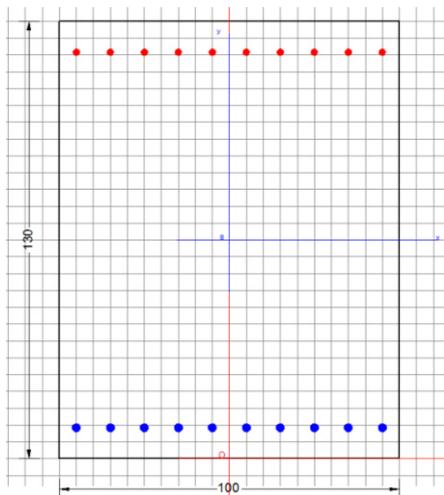
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	648.50 (1030.51)
2	0.00	-216.20 (-1004.90)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	337.40 (1030.51)
2	0.00	-179.40 (-1004.90)



#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	154 di 181

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1141.70	-0.14	2049.81	1.795	119.6	0.09	0.70	45.2 (21.1)
2	S	0.00	-540.10	0.05	-1443.88	2.673	9.0	0.07	0.70	76.7 (21.1)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00039	120.8	-0.03727	9.2
2	0.00350	0.0	-0.00009	9.2	-0.04370	120.8

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.50	130.0	0.00	98.4	-148.2	120.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	1.83	0.0	0.00	25.9	-101.0	9.2	23.0	2300	31.4	9.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
K2 =  $0.5$  per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 \cdot e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo =  $0.6 Ss/Es$

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	155 di 181

Relazione di calcolo Spalla

srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00082	0.00026	0.50	0.60	0.000445 (0.000445)	479	0.213 (990.00)	1030.51
2	S	-0.00055	0.00014	0.50	0.60	0.000303 (0.000303)	528	0.160 (990.00)	-1004.90

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.07	130.0	0.00	98.4	-129.7	120.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	1.12	0.0	0.00	25.9	-61.4	9.2	23.0	2300	31.4	9.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00023	0.50	0.60	0.000389 (0.000389)	479	0.187 (0.20)	1030.51
2	S	-0.00034	0.00008	0.50	0.60	0.000184 (0.000184)	528	0.097 (0.20)	-1004.90

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.60	130.0	0.00	98.4	-67.5	120.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	0.93	0.0	0.00	25.9	-51.0	9.2	23.0	2300	31.4	9.1

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00037	0.00012	0.50	0.40	0.000202 (0.000202)	479	0.097 (0.20)	1030.51
2	S	-0.00028	0.00007	0.50	0.40	0.000153 (0.000153)	528	0.081 (0.20)	-1004.90

### ENVE SLU SISMICO

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

##### NOME SEZIONE: soletta M22 - sismico

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	156 di 181

Resis. media a trazione fctm: 3.023 MPa

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	319.80	0.00	0.00
2	0.00	-319.40	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0.00	319.80			6.136	100.6	0.24	0.74 45.2 (21.1)
2	S	0.00	-319.40			4.327	23.9	0.20	0.70 31.4 (21.1)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78</b>	DOCUMENTO <b>CL IV0104 001</b>	REV. <b>A</b>

## DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00063	130.0	0.00043	120.8	-0.00196	9.2
2	0.00048	0.0	0.00030	9.2	-0.00196	120.8

### 12.5.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	0	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 60 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 70 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

## ENVE SLU STATICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

#### NOME SEZIONE: soletta M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	158 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	388.30	0.00	0.00
2	0.00	-719.80	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	264.40
2	0.00	-522.30

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

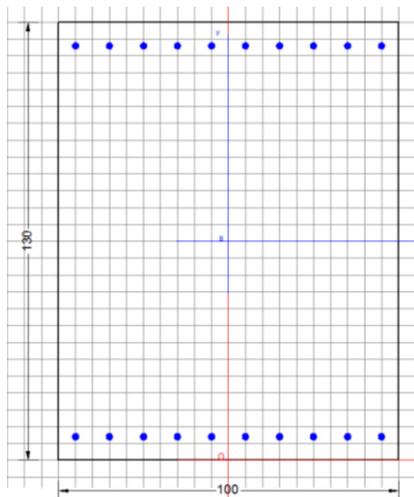
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	159 di 181

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	227.40 (998.93)
2	0.00	-429.90 (-998.93)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	144.60 (998.93)
2	0.00	-316.70 (-998.93)


**RISULTATI DEL CALCOLO**
**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	388.30	-0.12	1468.56	3.782	122.5	0.06	0.70	31.4 (21.5)
2	S	0.00	-719.80	-0.12	-1468.56	2.040	7.5	0.06	0.70	31.4 (21.5)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00021	123.0	-0.05425	7.0
2	0.00350	0.0	0.00021	7.0	-0.05425	123.0

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.37	130.0	0.00	103.2	-73.5	123.0	17.5	1750	31.4	9.6
2	S	2.70	0.0	0.00	26.8	-145.3	7.0	17.5	1750	31.4	9.6

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00039	0.00010	0.50	0.60	0.000221 (0.000221)	393	0.087 (990.00)	998.93
2	S	-0.00078	0.00020	0.50	0.60	0.000436 (0.000436)	393	0.171 (990.00)	-998.93

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.18	130.0	0.00	103.2	-63.2	123.0	17.5	1750	31.4	9.6
2	S	2.22	0.0	0.00	26.8	-119.6	7.0	17.5	1750	31.4	9.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	161 di 181

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00034	0.00009	0.50	0.60	0.000190 (0.000190)	393	0.075 (0.20)	998.93
2	S	-0.00064	0.00017	0.50	0.60	0.000359 (0.000359)	393	0.141 (0.20)	-998.93

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.75	130.0	0.00	103.2	-40.2	123.0	17.5	1750	31.4	9.6
2	S	1.64	0.0	0.00	26.8	-88.1	7.0	17.5	1750	31.4	9.6

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00022	0.00006	0.50	0.40	0.000121 (0.000121)	393	0.047 (0.20)	998.93
2	S	-0.00047	0.00012	0.50	0.40	0.000264 (0.000264)	393	0.104 (0.20)	-998.93

## ENVE SLU SISMICO

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta M11 - sismico

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm²)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	162 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	176.00	0.00	0.00
2	0.00	-187.50	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	176.00			8.021	105.3	0.20	0.70	31.4 (21.5)
2	S	0.00	-187.50			7.529	24.7	0.20	0.70	31.4 (21.5)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00049	130.0	0.00035	123.0	-0.00196	7.0
2	0.00049	0.0	0.00035	7.0	-0.00196	123.0

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02												
<i>Viadotto IV01</i>  <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>CL IV0104 001</td> <td>A</td> <td>163 di 181</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	163 di 181
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	163 di 181								

## 12.6 PALI DI FONDAZIONE

### 12.6.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica dei terreni che caratterizzano l'opera è stata già riportata al paragrafo 8.5.

### 12.6.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche delle fondazioni su pali vengono effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

#### SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

#### SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza dei pali.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1 + M1 + R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 5.1.V, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

## 12.7 VERIFICA PALI

La fondazione è costituita da 12 pali  $\Phi 1200$  L=41m

La testa dei pali si trova alla profondità di 3.00 m da piano campagna.

### 12.7.1 VERIFICA STRUTTURALE

Si prevede di disporre un'armatura longitudinale costituita da uno strato di  $36\phi 26$  e staffe  $\Phi 12/20$

### 12.7.2 ANALISI DEI CARICHI

I carichi assiali e trasversali agenti in testa ai pali per le varie combinazioni di carico sono riportati nelle tabelle che seguono. Tali valori derivano dal modello di calcolo della spalla, nel quale sono stati inseriti anche i pali di fondazione.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
873	ENVE_SLU_STR	-1972	-158	52
1023	ENVE_SLU_STR	-3797	-159	41
783	ENVE_SLU_STR	-2528	-70	79
933	ENVE_SLU_STR	-2769	-198	31
723	ENVE_SLU_STR	-2607	-99	98
873	ENVE_SLU_STR	-2465	-175	-1

**CARICO ORIZZONTALE**

V1 = 105 KN  
V2 = 201 KN  
V3 = 140 KN  
V4 = 175 KN  

---

Vd = 201 KN

Tabella 2 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLU.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
813	ENVE_SLU_SLV	1812	-51	437
873	ENVE_SLU_SLV	-3822	-684	-285
723	ENVE_SLU_SLV	1709	-48	438
873	ENVE_SLU_SLV	-3791	-684	-285
753	ENVE_SLU_SLV	1119	-117	444
753	ENVE_SLU_SLV	-1040	-588	-444

**CARICO ORIZZONTALE**

V1 = 441 KN  
V2 = 741 KN  
V3 = 459 KN  
V4 = 737 KN  

---

Vd = 741 KN

Tabella 3 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLV.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
873	ENVE_SLER	-1458	-117	31
1023	ENVE_SLER	-2780	-117	31
783	ENVE_SLER	-1627	-53	52
933	ENVE_SLER	-2034	-146	26
723	ENVE_SLER	-1790	-75	71
873	ENVE_SLER	-1734	-128	-1

**CARICO ORIZZONTALE**

V1 = 74 KN  
V2 = 148 KN  
V3 = 103 KN  
V4 = 128 KN  

---

Vd = 148 KN

Tabella 4 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Rara.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
873	ENVE_SLEF	-1354	-93	23
1023	ENVE_SLEF	-2544	-87	21
783	ENVE_SLEF	-1656	-38	41
933	ENVE_SLEF	-1786	-113	18
723	ENVE_SLEF	-1804	-56	50
873	ENVE_SLEF	-1595	-100	-3

**CARICO ORIZZONTALE**

V1 =	55	KN
V2 =	114	KN
V3 =	75	KN
V4 =	100	KN
<b>Vd =</b>	<b>114</b>	<b>KN</b>

**Tabella 5 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Frequente.**

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
873	ENVE_SLEQP	-922	-10	5
723	ENVE_SLEQP	-2074	2	-15
783	ENVE_SLEQP	-1702	30	12
933	ENVE_SLEQP	-1241	-22	-2
723	ENVE_SLEQP	-1701	18	23
813	ENVE_SLEQP	-2040	2	-22

**CARICO ORIZZONTALE**

V1 =	32	KN
V2 =	23	KN
V3 =	29	KN
V4 =	22	KN
<b>Vd =</b>	<b>32</b>	<b>KN</b>

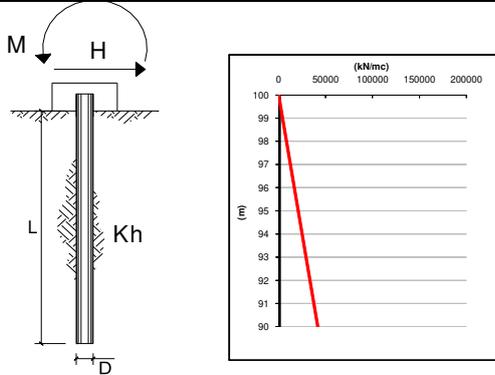
**Tabella 6 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Quasi Permanente.**

I momenti massimi in testa al palo, ottenuti a partire dai massimi valori di taglio per le varie combinazioni di carico, sono pari a:

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	166 di 181



strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1	U1	100.00	0	5000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U2	87.50	0	5000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	83.00	15000	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	66.00		5000
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo 1.2 (m)  
J palo 0.10179 (m<sup>4</sup>)  
Lunghezza del palo 41 (m)  
Forza orizzontale in testa 201 (kN)  
Momento in testa 0 (kNm)  
E cls 31475.8 (Mpa)  
dimensione elementi 0.2 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo impedito di traslare  
 palo libero

### Combo SLU STR

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-678.53	200.93

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	167 di 181

## Combo SLERARA

Diametro del palo	1.2	(m)
J palo	0.10179	(m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	41	(m)
Forza orizzontale in testa	148	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31475.8	(Mpa)
dimensione elementi	0.2	(m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-499.64	147.95

## Combo SLEFREQ

Diametro del palo	1.2	(m)
J palo	0.10179	(m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	41	(m)
Forza orizzontale in testa	114	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31475.8	(Mpa)
dimensione elementi	0.2	(m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-384.86	113.96

## Combo SLEQP

Diametro del palo	1.2	(m)
J palo	0.10179	(m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	41	(m)
Forza orizzontale in testa	32	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31475.8	(Mpa)
dimensione elementi	0.2	(m)

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-108.03	31.99



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	168 di 181

### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

#### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	12	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

#### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 70 [mm]

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 82 [mm]

**Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 95 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni**

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

#### NOME SEZIONE: palo\_spalla

##### Descrizione Sezione:

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	169 di 181

Sf limite S.L.E. Comb. Rare:

337.50 MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.5	36	26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2769.00	-678.53	0.00	201.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2034.00	-499.64	0.00

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

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

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	170 di 181

Relazione di calcolo Spalla

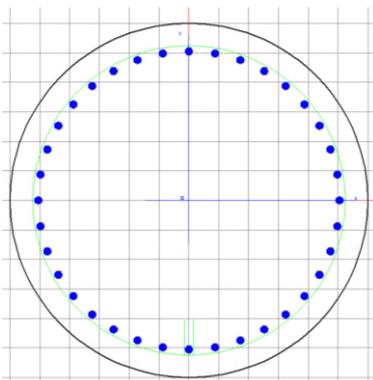
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1786.00	-385.00 (-2404.36)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1702.00	-108.00 (0.00)	0.00 (0.00)



### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	2769.00	-678.53	0.00	2769.07	-3762.45	0.00	5.54	191.1(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	-60.0	0.00277	0.0	-50.5	-0.00497	0.0	50.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000076660	-0.001099608	---	---

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d   z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro   Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	201.00	2447.17	867.56	92.9  78.4	109.0	2.500	1.173	2.6	11.3(0.0)

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

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

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	172 di 181

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.69	0.0	0.0	-8.0	0.0	50.5	324	5.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00007	0	0.792	26.0	82	0.00002 (0.00002)	706	0.017 (990.00)	-1746.95	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.96	0.0	0.0	-2.9	0.0	50.5	324	5.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00003	0	0.699	26.0	82	0.00001 (0.00001)	656	0.006 (0.30)	-2404.36	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.67	0.0	0.0	12.1	0.0	50.5	---	---

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	173 di 181

Relazione di calcolo Spalla

Diametro del palo	1.2	(m)
J palo	0.10179	(m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	41	(m)
Forza orizzontale in testa	741	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31475.8	(Mpa)
dimensione elementi	0.2	(m)

### Combo SLU\_SLV

nodo	z	M(z)	T(z)
	quota (m)	(kNm)	(kN)
1	100.00	-2501.58	740.74

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

#### NOME SEZIONE: palo\_spalla - sismico

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

## DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.5	36	26

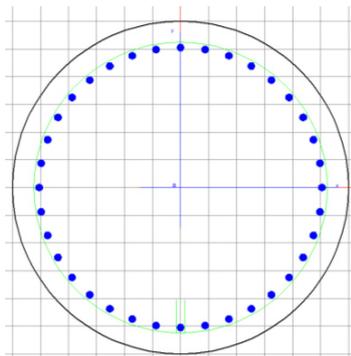
## ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

## CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3791.00	-2502.00	0.00	741.00	0.00



## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

Viadotto IV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	175 di 181

Relazione di calcolo Spalla

My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	3791.00	-2502.00	0.00	3791.00	-3263.25	0.00	1.30	191.1(33.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00200	0.0	-60.0	0.00166	0.0	-50.5	-0.00196	0.0	50.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000035798	-0.000147867	----	----

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

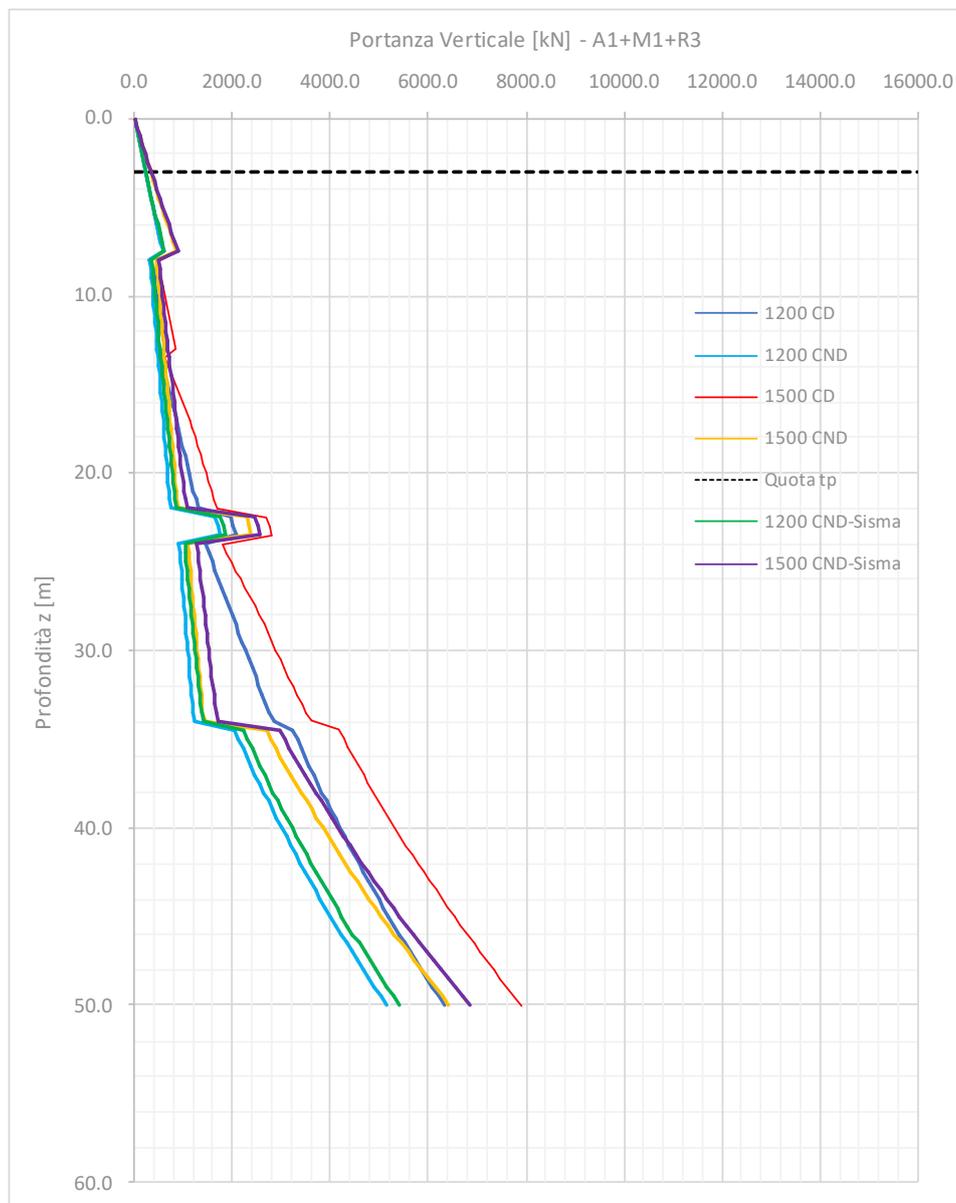
Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	741.00	2448.11	822.33	92.3  74.3	109.1	2.500	1.237	10.2	11.3(0.0)

### 12.7.3 VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE

La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo assiale di compressione agente sul palo.

Per la verifica si considerano le curve di capacità presenti nella relazione geotecnica. Di seguito si riporta il diagramma delle curve.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'  
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA  
INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

*Viadotto IV01*

*Relazione di calcolo Spalla*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	177 di 181

Dalle curve di capacità precedenti si ottiene:

**VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE**

$N_{max\ SLU\_STR} = 3797\ KN \Rightarrow L_{palo} = 35\ m$

**VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE**

$N_{max\ SLU\_STR} = 3797\ KN \Rightarrow L_{palo} = 41\ m$

**VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE**

$N_{max\ SLU\_SLV} = 3822\ KN \Rightarrow L_{palo} = 40\ m$

Dalle verifiche precedenti si ottiene una lunghezza dei pali pari a **L = 41 m**

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	178 di 181

### 12.7.4 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

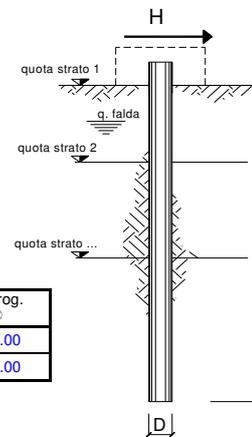
La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo trasversale agente sul palo.

#### VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

$V_{max} SLU\_STR = 201 KN$

opera

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{st}$	$\gamma_{ov}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	U1	100.00	18.5	8.5	28	2.77		28	2.77	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U2	87.50	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	83.00	19.5	9.5	20	2.04	45	20	2.04	45
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	66.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **98** (m)  
 Diametro del palo D **1.20** (m)  
 Lunghezza del palo L **41.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **3766.76** (kNm)  
 Step di calcolo **0.2** (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	2202.2 (kN)		2202.2 (kN)	
Palo intermedio	15413.5 (kN)		15413.5 (kN)	
Palo corto	50488.0 (kN)		50488.0 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 2202.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 2202.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		1295.44 (kN)	
	<b>EFFICIENZA E del gruppo di pali</b>		0.80	
	<b>H<sub>d</sub> = E·H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>797.19 (kN)</b>	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	201 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)		
	<b>F<sub>d</sub> = G·γ<sub>G</sub> + Q·γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>201.00 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>3.97</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

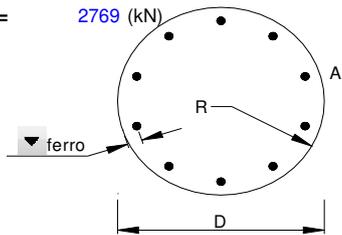
Diametro = 1200 (mm)  
Raggio = 600 (mm)  
Sforzo Normale = 2769 (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo C25/30

Rck = 30 (Mpa)  
fck = 25 (Mpa)  
 $\gamma_c = 1.5$   
 $\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio B450C  
fyk = 450 (Mpa)  
 $\gamma_s = 1.15$   
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$  (Mpa)  
Es = 210000 (Mpa)  
 $\epsilon_{ys} = 0.186\%$   
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
36	φ 26	19113.45	95
0	φ 26	0.00	0
0	φ 8	0.00	0

**Momento di Plasticizzazione**

My = 3766.8 (kN m)

Viadotto IV01

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL IV0104 001	A	180 di 181

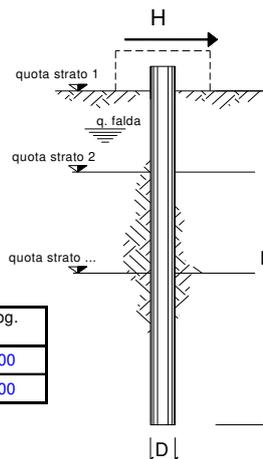
## VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

 $V_{max\ SLU\_SLV} = 741\ KN$ 

opera

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	U1	100.00	18.5	8.5	28	2.77		28	2.77	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	U2	87.50	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	U2a	83.00	19.5	9.5	20	2.04	45	20	2.04	45
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	U2	66.00	19.5	9.5	29	2.88		29	2.88	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 98 (m)  
 Diametro del palo D 1.20 (m)  
 Lunghezza del palo L 41.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  3919.09 (kNm)  
 Step di calcolo 0.2 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	2202.2 (kN)		2202.2 (kN)	
Palo intermedio	15413.5 (kN)		15413.5 (kN)	
Palo corto	50488.0 (kN)		50488.0 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 2202.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 2202.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$  1295.44 (kN)  
 EFFICIENZA E del gruppo di pali 0.80  
 $H_d = E \cdot H_k / \gamma_T$  797.19 (kN)

Carico Assiale Permanente (G): G = 741 (kN)  
 Carico Assiale variabile (Q): Q = 0 (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$  741.00 (kN)

$FS = H_d / F_d =$  1.08

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 3791 (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo C25/30

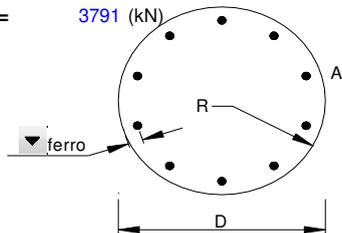
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio B450C

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$  (Mpa)

Es = 210000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.186%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
36	φ 26	19113.45	95
0	φ 8	0.00	0
0	φ 8	0.00	

**Momento di Plasticizzazione**

My = 3919.1 (kN m)