

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

VIABILITA' - VIADOTTI

NW04 – VIADOTTO STRADALE SU NV62A

Relazione di calcolo spalla A

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL NW0400 003 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A.Ferr 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	<b>ITALFERR S.p.A.</b> U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Paolo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A 20783
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	A.Ferr 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	
C	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.NW.04.0.0.003.C

n. Elab.: 09\_683

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
3	MATERIALI .....	7
3.1	VERIFICA S.L.E. ....	8
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	8
4	ANALISI E VERIFICHE SPALLA .....	10
4.1	GENERALITÀ .....	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE.....	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA .....	14
4.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA .....	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI .....	17
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i> .....	17
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i> .....	17
4.6.3	<i>Azione del Vento</i> .....	18
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i> .....	19
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i> .....	20
4.6.6	<i>Spinta statica del terrapieno</i> .....	20
4.6.7	<i>Sovraccarico sul terrapieno</i> .....	21
4.6.8	<i>Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche</i> .....	21
4.6.9	<i>Azione sismica</i> .....	22
4.6.10	<i>Incremento di spinta del terrapieno</i> .....	27
4.6.11	<i>Inerzie strutturali</i> .....	28
4.6.12	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i> .....	28

4.6.13	Riepilogo risultati.....	28
4.7	SOLLECITAZIONI.....	34
4.7.1	Muro paraghiaia .....	34
4.7.2	Muro frontale .....	36
4.7.3	Plinto di fondazione.....	38
4.8	PALI DI FONDAZIONE .....	40
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	41
4.9.1	Paraghiaia.....	42
4.9.2	Muro frontale .....	49
4.9.3	Zattera di fondazione.....	57
4.9.4	Palo di fondazione.....	59

## 1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al progetto definitivo della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo nell'ambito del nuovo collegamento Palermo - Catania.

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del viadotto NW04 sulla viabilità NV62. In particolare si tratterà la spalla **A** che presenta **l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato**.

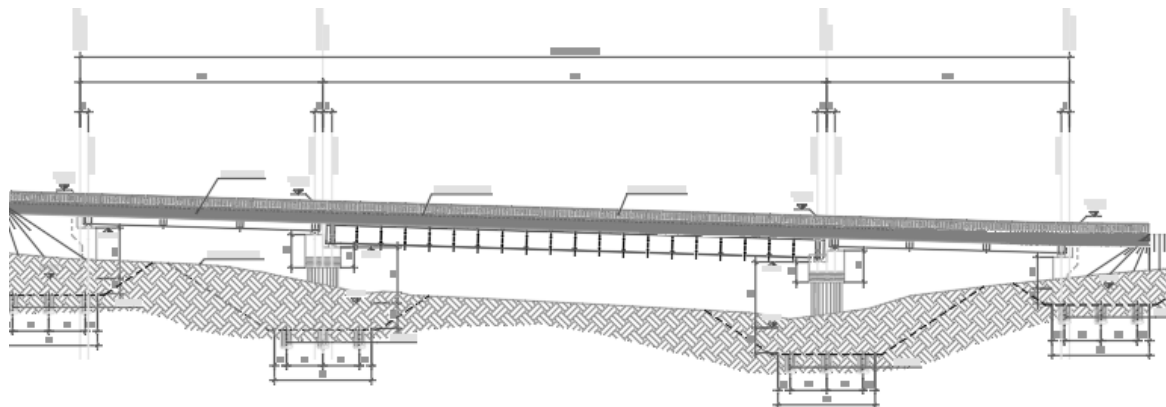
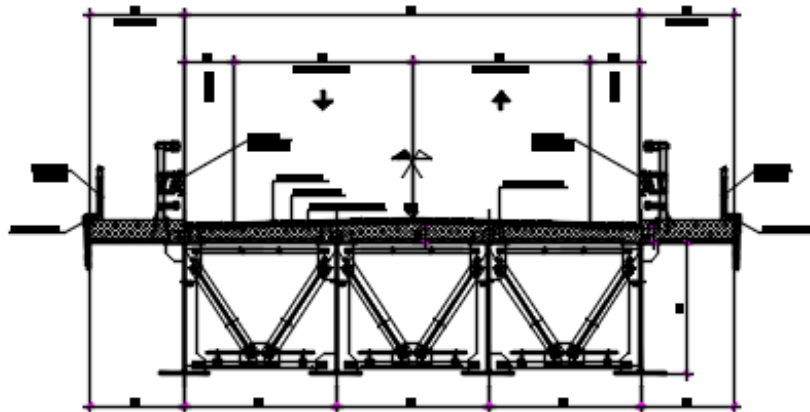
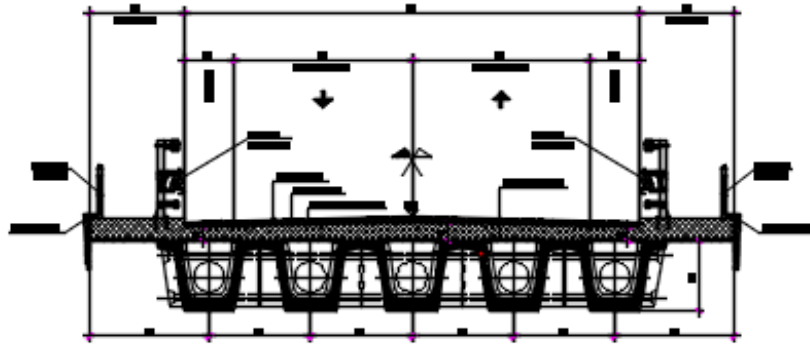
Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

### 1.1 Descrizione dell'opera

Per la NV62A - Adeguamento SP145 Continuità provinciale (Strada Extraurbana Principale F1 Corsia 3.50m + Banchina 1.00m b=9.00m ) in corrispondenza della progressiva 1+550 viene previsto un viadotto di lunghezza totale di 98 m circa.

Il viadotto è suddiviso in 3 campate da 24.0, 49.0 e 24.0m di luce; gli impalcati di luce 24.0m saranno costituiti da cinque travi a cassone in calcestruzzo prefabbricato, mentre la campata centrale, di luce 49.0m, da un sistema misto acciaio-calcestruzzo composto da 4 travi in carpenteria metallica e soletta superiore in c.a. collaborante.

Pila e spalle saranno realizzate in c.a. gettato in opera e fondate su pali di grande diametro.



Sezione trasversale e prospetto

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture, Circolare n°7 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'Applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. 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.*

### 3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

#### Calcestruzzo magro e getti di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I÷V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XO

#### Calcestruzzo per pali di fondazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

#### Calcestruzzo per fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 40 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

#### Calcestruzzo elevazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO = 40 mm (\*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

IN BARRE E RETI ELETTRICALI

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$   
 $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

### 3.1 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

#### 3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 2019", ovvero:

##### 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  $0,75 f_{yk}$ .

#### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:



**Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali**

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

**Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$- \text{ Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

## 4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

### 4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.40 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.30 m. L'altezza della spalla A (escluso paraghiaia) è pari a 5.00 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.5 m ed altezza di circa 2.50 m dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50m collegate in testa da una platea di spessore 2.50 m.

Il calcolo è stato effettuato per la spalla A, con altezza di paramento maggiore estendendo i risultati anche all'altra.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

### 4.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia e muro frontale che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

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

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Per le verifiche geotecniche si è fatto riferimento alla combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

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

		Coefficiente	EQU <sup>1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>3)</sup>	1,00 <sup>4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}$ , $\gamma_{e3}$ , $\gamma_{e4}$	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 della colonna A2.

<sup>2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota 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

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

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

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

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



Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

#### 4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
  
- Lunghezze = m
- Forze = kN

## 4.5 Geometria della spalla

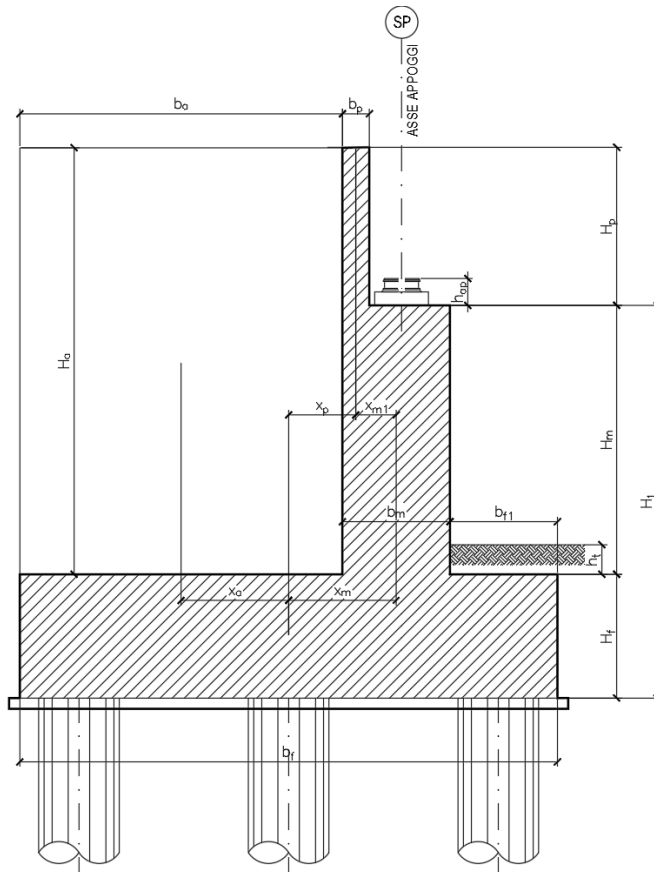


Figura 1 – Significato dei simboli: sezione tipica

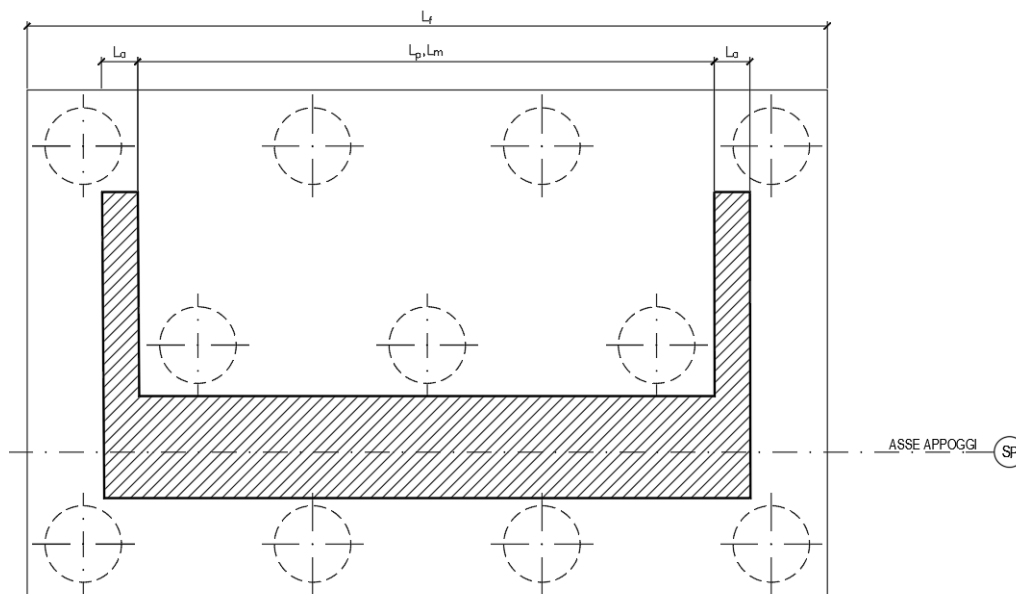


Figura 2 – Significato dei simboli: pianta tipica

Generali			
Peso cls	$\gamma_{cls}$	25	kN/m <sup>3</sup>
Peso terreno	$\gamma_t$	20	kN/m <sup>3</sup>
Sovraccarico accidentale sul rilevato	$q_{acc}$	20.0	kN/m <sup>2</sup>
Altezza appoggio + baggiolo	$h_{sp}$	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	$H_1$	7.90	m
Paraghiaia			
Altezza	$H_p$	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	$b_p$	0.5	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_p$	11.30	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		11.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_p$	2.35	m
Muro frontale			
Altezza	$H_m$	5.00	m
Lunghezza lungo asse X	$b_m$	2.40	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_m$	10.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_m$	3.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	$x_{m1}$	-0.95	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.40	m
Plinto			
Altezza	$H_f$	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	$b_f$	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_f$	16.50	m
Mensola anteriore plinto	$b_{pl}$	1.50	m
Spessore ricoprimento medio	$h_t$	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		3.70	m
Muro andatore			
Altezza	$H_a$	7.50	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	$L_a$	1.30	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	$b_a$	8.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_a$	-1.95	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno ( $\varphi$ )		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	$K_0 = 0.426$
Sisma			
$S_s$		1.000	
$a_g$		0.150	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.150	
Mononobe e Okabe	$K_{AE}$	0.368	
Coefficiente per sisma verticale	$k_v$	0.075	

Tabella 2 – Dati di input



## 4.6 Analisi dei carichi

### 4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

#### ➤ Peso proprio strutture

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

Impalcato			
N° Corsie convenzionali		<b>3</b>	
Lunghezza	L	<b>25</b>	m
Peso Proprio	G1	<b>230</b>	kN/m
Permanenti portati	G2	<b>80</b>	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	<b>5</b>	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	<b>575.0</b>	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	<b>200.0</b>	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	<b>0</b>	kN

### 4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato. Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente.

Appoggio	A			B			C			D			E			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio G1	575			575			575			575			575			0.00
Permanenti G2	200			200			200			200			200			0.00
Comb. Nmax Q1	376			288			562			194			277			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura					215			215								1.80
Comb. Nmax Q4 centrifuga						0										1.80
Comb. Nmax Q folla	171			38			29			38			171			0.00
Comb. MTmax Q1	566			286			56			25			11			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura					215			215								1.80
Comb. MTmax Q4 centrifuga						0										1.80
Comb. MTmax Q folla	202			62			24			14			-31			0.00
Comb. MLmax Q1	0			0												0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura					0											1.80
Comb. MLmax Q4 centrifuga						0										1.80
Comb. MLmax Q folla																0.00
Vento Ponte Scarico						36			36							2.30
Vento Ponte Carico						65			65							3.30
Attrito permanente		23	23		23	23		23	23		23	23		23	23	0.00
Attrito carichi mobili		17	17		9	9		17	17		6	6		8	8	0.00
Sisma longitudinale		266			250			266			244			249		1.80
Sisma trasversale			133			125			133			122			125	1.80
Sisma verticale	67			62			67			61			62			0.00

### 4.6.3 Azione del Vento

#### Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	430	430	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	vb=vb0 * (1+ ks(as/ao-1)	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	150	150	anni
	αR	1.06	1.06	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.71	29.71	m/s
Densità dell'aria	p	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*p*vb²	0.55	0.55	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	

#### Vento su impalcato

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	8	8	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.21	2.21	
Larghezza impalcato	b	12.7	12.7	m
Altezza impalcato	h1	1.9	1.9	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	3.4	4.9	m
Rapporto di forma	b/dtot	3.74	2.59	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.38	1.72	

#### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.55	0.55	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.21	2.21	
Coefficiente di forza	cfx	1.38	1.72	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	3.4	4.9	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.7	10.3	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.68	2.10	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.7	10.3	kN/m

#### Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	5.7	kN/m
Luce impalcato	L	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	72	kN/m

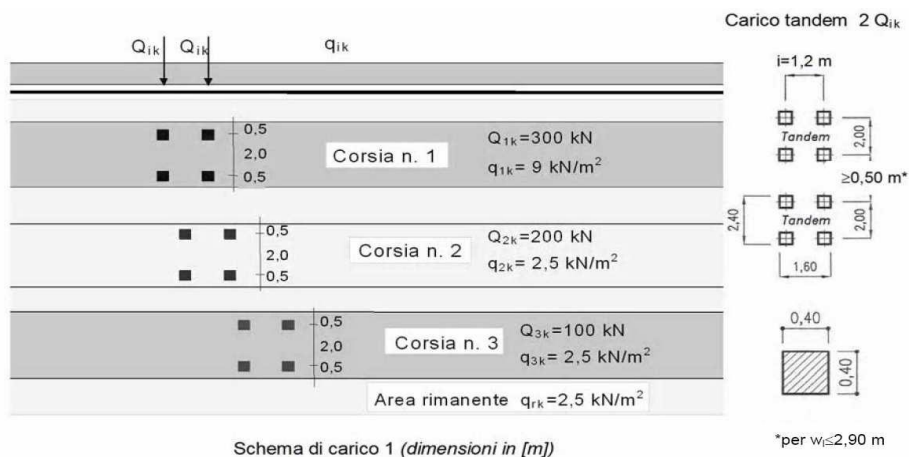
#### Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	10.3	kN/m
Luce impalcato	L	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	129	kN/m

#### 4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico veicolare.

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

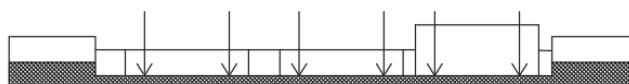
Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

Sui marciapiedi si applica lo Schema di Carico 5 (folla) con valore  $q = 5$  kN/mq.

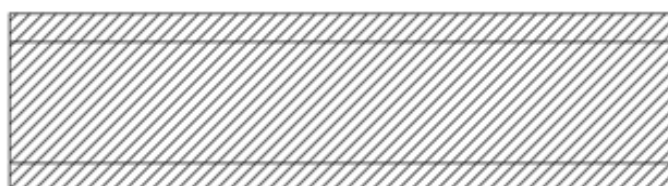
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- N max, massimo sforzo normale per la spalla: il carico è presente sull'impalcato con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE

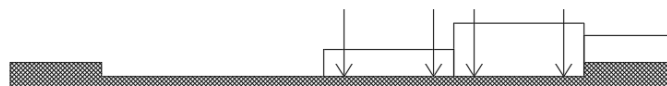


PIANTA

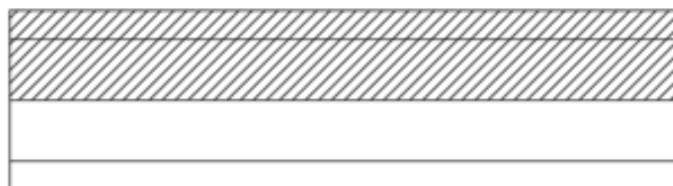


- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



#### 4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	25	m
q3	427.5	kN
q3 (filtrata)	<b>427.5</b>	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	10000	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	0	kN

#### 4.6.6 Spinta statica del terrapieno

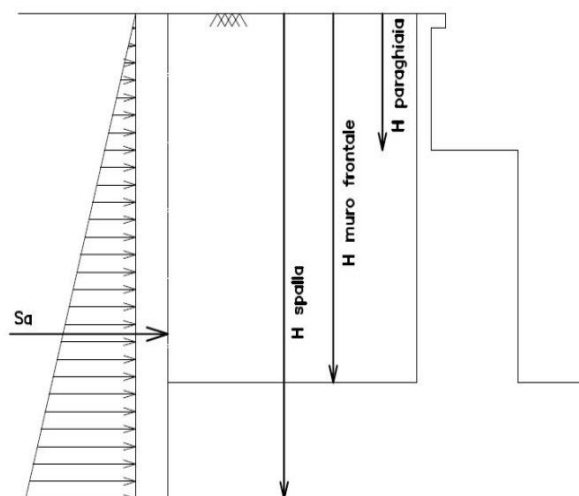
A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico  $\gamma$ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di  $K_o$  è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume  $K_o = 1 - \text{sen } \phi$ .

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ( $1/3 H$  rispetto alla base della parete).



**Fig. 1 Spinta statica terreno di rinterro**

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \qquad \varphi' = 35^\circ \qquad c' = 0$$

#### 4.6.7 Sovraccarico sul terrapieno

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$S_q = 20 \cdot 0.426 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

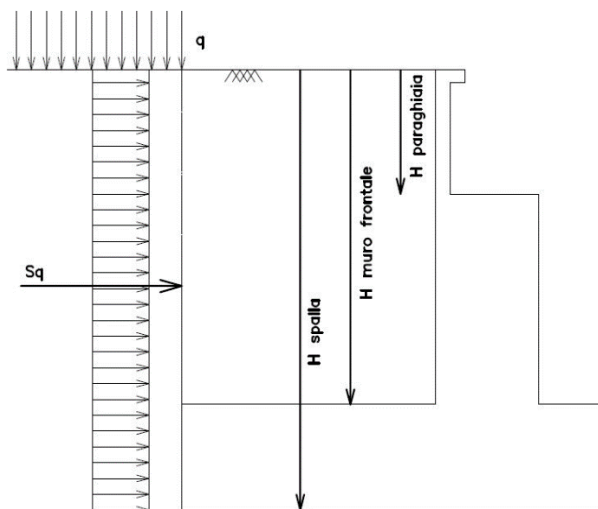
#### 4.6.8 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a  $Q = 20 \text{ kN/m}^2$  gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico  $Q$  genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a  $H/2$ .



**Fig. 2 : Spinta statica sovraccarico accidentale**

#### 4.6.9 Azione sismica

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.

##### ➤ Azioni sismiche sulla Spalla

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k_h$  (coefficiente sismico orizzontale) o  $k_v$  (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v W$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente  $\beta_m$  assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario.

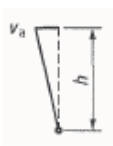
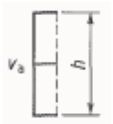
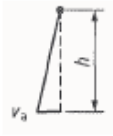

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente  $\beta_m$  pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

➤ Sovraspinta sismica del terreno

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios  $v_d/h$

Kind of wall movement	$v_d/h$ loose soil %	$v_d/h$ dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:  
 $v_a$  is the wall motion to mobilise active earth pressure  
 $h$  is the height of the wall

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza  $h$  rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

$$\Delta S_S = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad  $H/2$ .



Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

$$k_a = \frac{\cos^2(\alpha + \phi)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$\phi$  = angolo di attrito interno del terreno

$\alpha$  = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

$\beta$  = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

$\delta$  = angolo di attrito terra-muro

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \alpha + \theta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)} \quad \text{se } \beta > \phi - \theta$$

dove  $\theta$  = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici  $k_h$  e  $k_v$ :

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

Nella determinazione dei coefficienti sismici  $k_h$  e  $k_v$ , per le spalle di ponti e viadotti ferroviari fondate su pali si porrà  $\beta_m = 1$  in accordo con l'EC8-5.

Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo  $a_g$ .

La spinta totale di progetto  $E_d$  esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2018.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 13.99389      LATITUDINE: 37.53523

Ricerca per comune

REGIONE: Sicilia      PROVINCIA: Catania      COMUNE: Ramacca

Elaborazioni grafiche:  
Grafici spettri di risposta  
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:  
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo:  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione:  
media ponderat

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

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_H$ : 100 info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$ : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$ : 150 info

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

Stati limite di esercizio - SLE: (SLD -  $P_{VR}$  = 81%): 90  
(SLD -  $P_{VR}$  = 63%): 151

Stati limite ultimi - SLU: (SLV -  $P_{VR}$  = 10%): 1424  
(SLC -  $P_{VR}$  = 5%): 2475

Elaborazioni:  
Grafici parametri azione  
Grafici spettri di risposta  
Tabella parametri azione

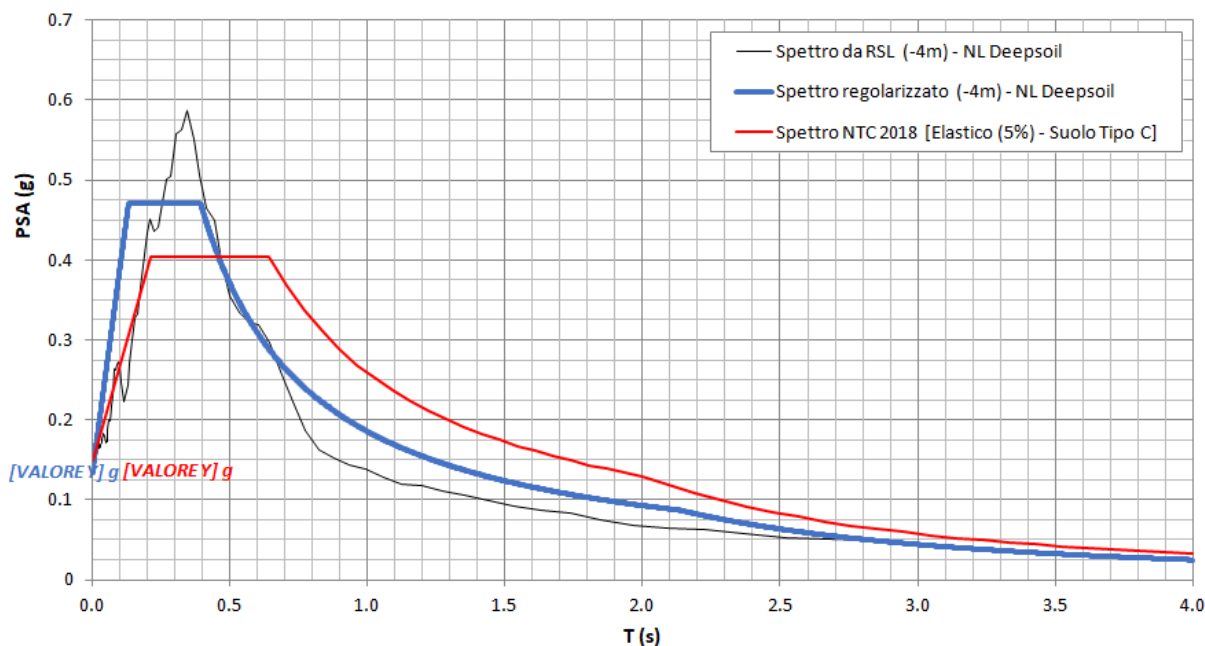
Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO:  
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie  
 - - - - - Strategia scelta

INTRO      FASE 1      **FASE 2**      FASE 3

Per il viadotto in esame è stato effettuato uno specifico studio di Risposta Simica Locale del quale si riportano i risultati:

NV62A-NW04 - prova: DH3BS06



Poiché per  $T=0$  lo spettro di Normativa risulta maggiore, non verrà usato lo spettro da RSL.

#### 4.6.10 Incremento di spinta del terrapieno

Avendo valutato preliminarmente l'entità dello spostamento della struttura in fase sismica, e ricorrendo le condizioni sopra descritte (EC7 - Parte 1 - Annesso C), l'incremento di spinta del terrapieno viene valutato secondo la teoria di [Mononobe-Okabe](#) (vedi relazione geotecnica).

Mononobe e Okabe			
Inclinazione Paramento	$\alpha$	90.0	
Angolo d'attrito interno	$\varphi$	35.0	°
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.150	
Coefficiente per sisma verticale	$k_v$	0.075	
$\theta (+k_v)$		7.9	
$\theta (-k_v)$		9.2	
Mononobe e Okabe (+ $k_v$ )	$K_{AE}$	0.353	
Mononobe e Okabe (- $k_v$ )	$K_{AE}$	0.368	

#### 4.6.11 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_i \cdot W_{str}$$

#### 4.6.12 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

$N, M_l, M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l, J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove  $H_l, H_t$  sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

#### 4.6.13 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale  $N$ , forza orizzontale  $T$  e momento ribaltante  $M$ .
- Per i carichi sui pali in termini di  $N_{\max}, N_{\min}, T$  ed  $M$ .

➤ Fase statica

### PARAGHIAIA

#### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro	g3		301		0.00	0.00	0.83	0	251
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.50	0	450
Sovr. acc. sul rilevato			241		0.00	0.00	1.25	0	301

### SPICCATO MURO FRONTALE

#### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353	0	0	-0.95		6.25	0	-335
Muro frontale	g1	3810	0	0			2.50	0	0
<b>Totale Permanenti</b>		<b>4163</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>0</b>	<b>-335</b>
Rinterro	g3		3046	0			2.50	0	7616
Sovr. acc. sul rilevato			723	0			3.75	0	2710

### FONDAZIONE

#### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353			2.35	0.00	8.75	0	830
Muro frontale	g1	3810			3.30	0.00	5.00	0	12573
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	3949			-1.95	0.00	6.25	0	-7700
<b>Totale Permanenti</b>		<b>20487</b>						<b>0</b>	<b>5703</b>
Rinterro	g3	12272			-1.95	0.00	6.25	0	-23929
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	10.00	0	-3570

\* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni

Rinterro	g3		5416		-1.95	0.00	3.33	0	18052
Sovr. acc. sul rilevato			964		0.00	0.00	5.00	0	4819

➤ Fase sismica Monobe-Okabe

### PARAGHIAIA

#### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro	g3		191		0.00	0.00	0.83	0	159
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.50	0	450
Sovr. acc. sul rilevato			153		0.00	0.00	1.25	0	191

cond sismica x

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	53	0	0.00	0.00	1.25	0	66
Rinterro	Inerzia		686				1.25	0	858
	Sovraspinta		77				0.83	0	64
Rinterro [totale]			764					0	923
Sovr. acc. sul rilevato			153		0.00	0.00	1.25	0	191
Totale generale			970					0	1180

cond sismica y

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	53	0.00	0.00	1.25	66	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	26	0	0	0.00	0.00	1.25	0	0

### SPICCATO MURO FRONTALE

#### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353	0	0	-0.95		6.25	0	-335
Muro frontale	g1	3810	0	0			2.50	0	0
<b>Totale Permanenti</b>		<b>4163</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>0</b>	<b>-335</b>
Rinterro	g3		1936	0			2.50	0	4840
Sovr. acc. sul rilevato			459	0			3.75	0	1722

cond sismica x

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		53		-0.95	0.00	6.25	0	331
Muro frontale	q6		572		0.00	0.00	2.50	0	1429
Rinterro	Inerzia		1841				3.75	0	6903
	Sovraspinta		696				2.50	0	1740
<b>Rinterro [totale]</b>			<b>2537</b>					<b>0</b>	<b>8643</b>
Sovr. acc. sul rilevato			459				3.75	0	1722
<b>Totale generale</b>			<b>3621</b>					<b>0</b>	<b>12125</b>

cond sismica y

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			53	-0.95	0.00	6.25	331	0
Muro frontale	q6			572	0.00	0.00	2.50	1429	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
<b>Totale generale</b>				<b>624</b>				<b>1760</b>	<b>0</b>

cond sismica vert

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	26			-0.95	0.00	6.25	0	-25
Muro frontale	q6	286			0.00	0.00	2.50	0	0
<b>Totale generale</b>		<b>312</b>						<b>0</b>	<b>-25</b>



**FONDAZIONE**

**AZIONI SU SPALLA [kN,m]**

cond statica

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	353			2.35	0.00	8.75	0	830
Muro frontale	g1	3810			3.30	0.00	5.00	0	12573
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	3949			-1.95	0.00	6.25	0	-7700
<b>Totale Permanenti</b>		<b>20487</b>						<b>0</b>	<b>5703</b>
Rinterro	g3	12272			-1.95	0.00	6.25	0	-23929
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	10.00	0	-3570
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		3442		-1.95	0.00	3.33	0	11472
Sovr. acc. sul rilevato			612		0.00	0.00	5.00	0	3062

**AZIONI SU SPALLA [kN,m]**

cond sismica x

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		53		2.35	0.00	8.75	0	463
Muro frontale	q6		572		3.30	0.00	5.00	0	2858
Plinto	q6		1856		0.00	0.00	1.25	0	2320
Muri andatori	q6		592		-1.95	0.00	6.25	0	3702
Rinterro	Inerzia		1841		-1.95	0.00	6.25	0	11505
	Sovraspinta		1237		-1.95	0.00	3.33	0	4125
<b>Rinterro [totale]</b>			<b>3078</b>				<b>6.25</b>	<b>0</b>	<b>15629</b>
Sovr. acc. sul rilevato			612		-1.95		6.25	0	3062
<b>Totale generale</b>			<b>6764</b>						<b>28035</b>

cond sismica y

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			53	2.35	0.00	8.75	463	0
Muro frontale	q6			572	3.30	0.00	5.00	2858	0
Plinto	q6			1856	0.00	0.00	1.25	2320	0
Muri andatori	q6			592	-1.95	0.00	6.25	3702	0
Rinterro	Inerzia			1841	0.00		6.25	11505	0
	Sovraspinta			152			3.33	505	0
<b>Rinterro [totale]</b>				<b>1992</b>				<b>12010</b>	<b>0</b>
Sovr. acc. sul rilevato				612	-1.95		10.00	6124	0
<b>Totale generale</b>				<b>5678</b>				<b>27477</b>	<b>0</b>

cond sismica vert

Descrizione carico		F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	26			2.35	0.00	8.75	0.00	62
Muro frontale	q6	286			3.30	0.00	5.00	0.00	943
Plinto	q6	928			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Muri andatori	q6	296			-1.95	0.00	6.25	0.00	-578
Rinterro	q6	920			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q6	97			1.95	0.00	3.00	0.00	189
<b>Totale generale</b>		<b>2554</b>						<b>0.00</b>	<b>617</b>

## 4.7 Sollecitazioni

### 4.7.1 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, dalle masse del muro. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - MT max gr.1	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - ML max gr.1	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - N max gr.2	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - MT max gr.2	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - ML max gr.2	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - N max gr.3	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - MT max gr.3	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - ML max gr.3	698	876	0	0	1190
A2 - SLU - Vento ponte scarico	353	392	0	0	326
A2 - SLU - N max gr.1	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - MT max gr.1	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - ML max gr.1	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - N max gr.2	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - MT max gr.2	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - ML max gr.2	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - N max gr.3	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - MT max gr.3	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - ML max gr.3	698	785	0	0	1115
A2 - SLU - Vento ponte scarico	353	301	0	0	251
A1 - SLU - N max gr.1	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - MT max gr.1	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - ML max gr.1	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - N max gr.2	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - MT max gr.2	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - ML max gr.2	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - N max gr.3	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - MT max gr.3	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - ML max gr.3	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - Vento ponte scarico	882	1020	0	0	1391
A1 - SLU - N max gr.1	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - MT max gr.1	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - ML max gr.1	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - N max gr.2	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - MT max gr.2	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - ML max gr.2	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - N max gr.3	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - MT max gr.3	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - ML max gr.3	758	869	0	0	1265
A1 - SLU - Vento ponte scarico	353	301	0	0	251
SLE Rara - N max gr.1	653	722	0	0	1002
SLE Rara - MT max gr.1	653	722	0	0	1002
SLE Rara - ML max gr.1	653	722	0	0	1002
SLE Rara - N max gr.2	653	722	0	0	1002
SLE Rara - MT max gr.2	653	722	0	0	1002
SLE Rara - ML max gr.2	653	722	0	0	1002
SLE Rara - N max gr.3	653	722	0	0	1002
SLE Rara - MT max gr.3	653	722	0	0	1002
SLE Rara - ML max gr.3	653	722	0	0	1002
SLE Rara - Vento ponte scarico	353	301	0	0	251
SLE Freq. - N max gr.1	578	617	0	0	814
SLE Freq. - MT max gr.1	578	617	0	0	814
SLE Freq. - ML max gr.1	578	617	0	0	814
SLE Freq. - N max gr.2	578	617	0	0	814
SLE Freq. - MT max gr.2	578	617	0	0	814
SLE Freq. - ML max gr.2	578	617	0	0	814
SLE Freq. - N max gr.3	578	617	0	0	814
SLE Freq. - MT max gr.3	578	617	0	0	814
SLE Freq. - ML max gr.3	578	617	0	0	814
SLE Freq. - Vento ponte scarico	353	301	0	0	251
SLE Q.P. - ML max gr.3	653	722	0	0	1002
SLV -dir.X 1	421	1075	16	20	1277
SLV -dir.X 2	405	1075	16	20	1277
SLV -dir.Y 1	421	503	53	66	584
SLV -dir.Y 2	405	503	53	66	584
SLV -dir.Z+	440	503	16	20	584
SLV -dir.Z-	387	503	16	20	584

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia

#### 4.7.2 Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno e del sovraccarico sul rilevato a tergo.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	10547	5008	318	2721	16403
A2 - SLU - MT max gr.1	9580	5008	318	5794	16016
A2 - SLU - ML max gr.1	8338	5008	318	2050	15520
A2 - SLU - N max gr.2	9802	5502	318	2554	19665
A2 - SLU - MT max gr.2	9152	5502	318	4415	19406
A2 - SLU - ML max gr.2	8338	5008	318	2050	15520
A2 - SLU - N max gr.3	9802	5008	318	2554	16105
A2 - SLU - MT max gr.3	9152	5008	318	4415	15845
A2 - SLU - ML max gr.3	8338	5008	318	2050	15520
A2 - SLU - Vento ponte scarico	8338	4111	245	1537	12051
A2 - SLU - N max gr.1	10247	4059	283	2533	13810
A2 - SLU - MT max gr.1	9280	4059	283	5606	13423
A2 - SLU - ML max gr.1	8038	4059	283	1861	12927
A2 - SLU - N max gr.2	9502	4553	283	2365	17072
A2 - SLU - MT max gr.2	8852	4553	283	4226	16813
A2 - SLU - ML max gr.2	8038	4059	283	1861	12927
A2 - SLU - N max gr.3	9502	4059	283	2365	13512
A2 - SLU - MT max gr.3	8852	4059	283	4226	13252
A2 - SLU - ML max gr.3	8038	4059	283	1861	12927
A2 - SLU - Vento ponte scarico	8038	3163	210	1348	9458
A1 - SLU - N max gr.1	13594	5796	368	3161	19174
A1 - SLU - MT max gr.1	12459	5796	368	6768	18719
A1 - SLU - ML max gr.1	11001	5796	368	2372	18137
A1 - SLU - N max gr.2	12720	6376	368	2964	23003
A1 - SLU - MT max gr.2	11957	6376	368	5148	22698
A1 - SLU - ML max gr.2	11001	5796	368	2372	18137
A1 - SLU - N max gr.3	12720	5796	368	2964	18824
A1 - SLU - MT max gr.3	11957	5796	368	5148	18519
A1 - SLU - ML max gr.3	11001	5796	368	2372	18137
A1 - SLU - Vento ponte scarico	11001	5796	359	2186	18137
A1 - SLU - N max gr.1	10631	4215	310	2847	14567
A1 - SLU - MT max gr.1	9495	4215	310	6454	14113
A1 - SLU - ML max gr.1	8038	4215	310	2058	13530
A1 - SLU - N max gr.2	9756	4795	310	2650	18397
A1 - SLU - MT max gr.2	9756	4795	310	2650	18397
A1 - SLU - ML max gr.2	8994	4795	310	4835	18092
A1 - SLU - N max gr.3	8038	4215	310	2058	13530
A1 - SLU - MT max gr.3	9756	4215	310	2650	14217
A1 - SLU - ML max gr.3	8994	4215	310	4835	13912
A1 - SLU - Vento ponte scarico	8038	3239	310	2058	9871
SLE Rara - N max gr.1	8038	3885	224	1459	12168
SLE Rara - MT max gr.1	9959	3942	251	2196	13242
SLE Rara - ML max gr.1	9118	3942	251	4868	12906
SLE Rara - N max gr.2	8038	3942	251	1612	12474
SLE Rara - MT max gr.2	9311	4372	251	2050	16079
SLE Rara - ML max gr.2	8746	4372	251	3669	15853
SLE Rara - N max gr.3	8038	3942	251	1612	12474
SLE Rara - MT max gr.3	9311	3942	251	2050	12983
SLE Rara - ML max gr.3	8746	3942	251	3669	12757
SLE Rara - Vento ponte scarico	8038	3219	251	1612	9764
SLE Freq. - N max gr.1	9479	3747	159	1295	12296
SLE Freq. - MT max gr.1	8848	3747	159	3299	12044
SLE Freq. - ML max gr.1	8038	3747	159	857	11720
SLE Freq. - N max gr.2	8993	4070	159	1186	14424
SLE Freq. - MT max gr.2	8569	4070	159	2399	14254
SLE Freq. - ML max gr.2	8038	3747	159	857	11720
SLE Freq. - N max gr.3	8993	3747	159	1186	12102
SLE Freq. - MT max gr.3	8569	3747	159	2399	11932
SLE Freq. - ML max gr.3	8038	3747	159	857	11720
SLE Freq. - Vento ponte scarico	8038	3163	131	739	9458
SLE Q.P. - ML max gr.3	8038	3942	173	933	12474
SLV -dir.X 1	8227	6592	506	2601	26706
SLV -dir.X 2	7849	6592	506	2589	26645
SLV -dir.Y 1	8443	3572	1390	7699	13700
SLV -dir.Y 2	8065	3572	1390	7686	13639
SLV -dir.Z+	9053	3572	506	2732	13839
SLV -dir.Z-	7791	3572	506	2691	13634

**Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale**

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

#### 4.7.3 *Plinto di fondazione*

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	46609	8365	318	3515	28103
A2 - SLU - MT max gr.1	45642	8365	318	6588	24525
A2 - SLU - ML max gr.1	44401	8365	318	2844	19932
A2 - SLU - N max gr.2	45865	8859	318	3348	30144
A2 - SLU - MT max gr.2	45215	8859	318	5209	27741
A2 - SLU - ML max gr.2	44401	8365	318	2844	19932
A2 - SLU - N max gr.3	45865	8365	318	3348	25347
A2 - SLU - MT max gr.3	45215	8365	318	5209	22944
A2 - SLU - ML max gr.3	44401	8365	318	2844	19932
A2 - SLU - Vento ponte scarico	42296	7191	245	2149	17981
A2 - SLU - N max gr.1	42240	6705	283	3240	27725
A2 - SLU - MT max gr.1	41273	6705	283	6313	24146
A2 - SLU - ML max gr.1	40032	6705	283	2568	19553
A2 - SLU - N max gr.2	41495	7200	283	3072	29765
A2 - SLU - MT max gr.2	40846	7200	283	4933	27362
A2 - SLU - ML max gr.2	40032	6705	283	2568	19553
A2 - SLU - N max gr.3	41495	6705	283	3072	24969
A2 - SLU - MT max gr.3	40846	6705	283	4933	22566
A2 - SLU - ML max gr.3	40032	6705	283	2568	19553
A2 - SLU - Vento ponte scarico	37926	5532	210	1873	17603
A1 - SLU - N max gr.1	58449	9675	368	4080	35835
A1 - SLU - MT max gr.1	57314	9675	368	7687	31635
A1 - SLU - ML max gr.1	55857	9675	368	3292	26243
A1 - SLU - N max gr.2	57575	10256	368	3883	38231
A1 - SLU - MT max gr.2	56812	10256	368	6068	35410
A1 - SLU - ML max gr.2	55857	9675	368	3292	26243
A1 - SLU - N max gr.3	57575	9675	368	3883	32600
A1 - SLU - MT max gr.3	56812	9675	368	6068	29779
A1 - SLU - ML max gr.3	55857	9675	368	3292	26243
A1 - SLU - Vento ponte scarico	55857	9675	359	3083	26243
A1 - SLU - N max gr.1	42990	6909	310	3621	29485
A1 - SLU - MT max gr.1	41855	6909	310	7228	25284
A1 - SLU - ML max gr.1	40398	6909	310	2833	19892
A1 - SLU - N max gr.2	42116	7490	310	3424	31881
A1 - SLU - MT max gr.2	42116	7490	310	3424	31881
A1 - SLU - ML max gr.2	41353	7490	310	5609	29060
A1 - SLU - N max gr.3	40398	6909	310	2833	19892
A1 - SLU - MT max gr.3	42116	6909	310	3424	26250
A1 - SLU - ML max gr.3	41353	6909	310	5609	23429
A1 - SLU - Vento ponte scarico	37926	5608	310	2833	18206
SLE Rara - N max gr.1	39757	6496	224	2020	18851
SLE Rara - MT max gr.1	41677	6552	251	2823	26404
SLE Rara - ML max gr.1	40836	6552	251	5495	23293
SLE Rara - N max gr.2	39757	6552	251	2239	19299
SLE Rara - MT max gr.2	41030	6982	251	2677	28179
SLE Rara - ML max gr.2	40465	6982	251	4296	26089
SLE Rara - N max gr.3	39757	6552	251	2239	19299
SLE Rara - MT max gr.3	41030	6552	251	2677	24008
SLE Rara - ML max gr.3	40465	6552	251	4296	21918
SLE Rara - Vento ponte scarico	37926	5588	251	2239	18050
SLE Freq. - N max gr.1	40740	6297	159	1692	24204
SLE Freq. - MT max gr.1	40109	6297	159	3696	21870
SLE Freq. - ML max gr.1	39299	6297	159	1254	18875
SLE Freq. - N max gr.2	40254	6620	159	1582	25535
SLE Freq. - MT max gr.2	39830	6620	159	2796	23968
SLE Freq. - ML max gr.2	39299	6297	159	1254	18875
SLE Freq. - N max gr.3	40254	6297	159	1582	22406
SLE Freq. - MT max gr.3	39830	6297	159	2796	20839
SLE Freq. - ML max gr.3	39299	6297	159	1254	18875
SLE Freq. - Vento ponte scarico	37926	5532	131	1065	17603
SLE Q.P. - ML max gr.3	39757	6552	173	1366	19299
SLV -dir.X 1	39154	11119	1875	9643	48897
SLV -dir.X 2	37431	11119	1875	9631	47818
SLV -dir.Y 1	39370	6006	5953	30430	24387
SLV -dir.Y 2	37647	6006	5953	30418	23309
SLV -dir.Z+	41549	6006	1875	9774	26267
SLV -dir.Z-	35804	6006	1875	9734	22673

**Tabella 5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione**

#### 4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
Al - SLU - N max gr.1	58449	9675	368	4080	35835	5957	3785	807
Al - SLU - MT max gr.1	57314	9675	368	7687	31635	5826	3727	807
Al - SLU - ML max gr.1	55857	9675	368	3292	26243	5457	3853	807
Al - SLU - N max gr.2	57575	10256	368	3883	38231	5946	3650	855
Al - SLU - MT max gr.2	56812	10256	368	6068	35410	5853	3616	855
Al - SLU - ML max gr.2	55857	9675	368	3292	26243	5457	3853	807
Al - SLU - N max gr.3	57575	9675	368	3883	32600	5790	3806	807
Al - SLU - MT max gr.3	56812	9675	368	6068	29779	5696	3772	807
Al - SLU - ML max gr.3	55857	9675	368	3292	26243	5457	3853	807
Al - SLU - Vento ponte scarico	55857	9675	359	3083	26243	5452	3857	807
Al - SLU - N max gr.1	42990	6909	310	3621	29485	4482	2683	576
Al - SLU - MT max gr.1	41855	6909	310	7228	25284	4351	2625	576
Al - SLU - ML max gr.1	40398	6909	310	2833	19892	3982	2751	576
Al - SLU - N max gr.2	42116	7490	310	3424	31881	4471	2548	625
Al - SLU - MT max gr.2	42116	7490	310	3424	31881	4471	2548	625
Al - SLU - ML max gr.2	41353	7490	310	5609	29060	4378	2514	625
Al - SLU - N max gr.3	40398	6909	310	2833	19892	3982	2751	576
Al - SLU - MT max gr.3	42116	6909	310	3424	26250	4315	2704	576
Al - SLU - ML max gr.3	41353	6909	310	5609	23429	4222	2671	576
Al - SLU - Vento ponte scarico	37926	5608	310	2833	18206	3729	2592	468
						5957	2514	855

Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	39154	11119	1875	9643	48897	4835	1690	940
SLV -dir.X 2	37431	11119	1875	9631	47818	4662	1577	940
SLV -dir.Y 1	39370	6006	5953	30430	24387	4634	1927	705
SLV -dir.Y 2	37647	6006	5953	30418	23309	4461	1814	705
SLV -dir.Z+	41549	6006	1875	9774	26267	4409	2516	524
SLV -dir.Z-	35804	6006	1875	9734	22673	3830	2138	524
						4835	1577	940

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	39757	6496	224	2020	18851	3882	2745	542
SLE Rara - MT max gr.1	41677	6552	251	2823	26404	4269	2677	546
SLE Rara - ML max gr.1	40836	6552	251	5495	23293	4172	2634	546
SLE Rara - N max gr.2	39757	6552	251	2239	19299	3899	2727	546
SLE Rara - MT max gr.2	41030	6982	251	2677	28179	4261	2577	582
SLE Rara - ML max gr.2	40465	6982	251	4296	26089	4192	2552	582
SLE Rara - N max gr.3	39757	6552	251	2239	19299	3899	2727	546
SLE Rara - MT max gr.3	41030	6552	251	2677	24008	4146	2693	546
SLE Rara - ML max gr.3	40465	6552	251	4296	21918	4076	2668	546
SLE Rara - Vento ponte scarico	37926	5588	251	2239	18050	3712	2609	466
						4269	2552	582

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE



#### 4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

#### 4.9.1 Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 0.5x11.30 m

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/10$  (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$  (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 14/20$

$A'_s = \phi 12/20$

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli  $9\phi 8/m^2$

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	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]

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	43 di 63

1	0.0	0.0
2	0.0	1130.0
3	50.0	1130.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.3	8.3	16
2	8.3	1121.7	16
3	41.7	1121.7	16
4	41.7	8.3	16

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	100	20
2	3	4	50	16

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
2	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
3	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
4	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
5	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
6	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
7	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
8	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
9	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
10	882.00	0.00	1391.00	0.00	1020.00
11	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
12	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
13	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
14	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
15	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
16	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
17	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
18	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
19	758.00	0.00	1265.00	0.00	869.00
20	353.00	0.00	251.00	0.00	301.00
21	421.00	20.00	1277.00	16.00	1075.00
22	405.00	20.00	1277.00	16.00	1075.00

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	44 di 63

23	421.00	66.00	584.00	53.00	503.00
24	405.00	66.00	584.00	53.00	503.00
25	440.00	20.00	584.00	16.00	503.00
26	387.00	20.00	584.00	16.00	503.00

**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	653.00	0.00	1002.00
2	653.00	0.00	1002.00
3	653.00	0.00	1002.00
4	653.00	0.00	1002.00
5	653.00	0.00	1002.00
6	653.00	0.00	1002.00
7	653.00	0.00	1002.00
8	653.00	0.00	1002.00
9	653.00	0.00	1002.00
10	353.00	0.00	251.00

**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	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
2	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
3	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
4	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
5	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
6	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
7	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
8	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
9	578.00	0.00 (0.00)	814.00 (1837.11)
10	353.00	0.00 (0.00)	251.00 (1953.07)

**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	653.00	0.00 (0.00)	1002.00 (1828.01)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	45 di 63

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 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 Tesa Area armature trave [cm²] 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	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
2	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
3	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
4	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
5	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
6	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
7	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
8	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
9	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
10	S	882.00	0.00	1391.00	881.96	0.03	4987.89	3.57318.2(101.2)	
11	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
12	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
13	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
14	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
15	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
16	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
17	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
18	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
19	S	758.00	0.00	1265.00	758.01	0.03	4965.85	3.91318.2(101.2)	
20	S	353.00	0.00	251.00	353.24	0.16	4893.83	19.21318.2(101.2)	
21	S	421.00	20.00	1277.00	420.98	70.98	4911.63	3.84318.2(101.2)	
22	S	405.00	20.00	1277.00	405.20	73.26	4909.00	3.83318.2(101.2)	
23	S	421.00	66.00	584.00	421.28	550.62	4921.02	8.37318.2(101.2)	
24	S	405.00	66.00	584.00	405.16	565.57	4918.00	8.37318.2(101.2)	
25	S	440.00	20.00	584.00	439.89	157.53	4922.08	8.36318.2(101.2)	
26	S	387.00	20.00	584.00	387.01	154.27	4912.35	8.36318.2(101.2)	

**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)  
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	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
2	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	46 di 63

3	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
4	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
5	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
6	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
7	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
8	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
9	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
10	0.00350	0.190	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01488	8.3	8.3
11	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
12	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
13	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
14	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
15	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
16	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
17	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
18	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
19	0.00350	0.189	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01498	8.3	8.3
20	0.00350	0.186	50.0	1130.0	-0.00025	41.7	1121.7	-0.01532	8.3	8.3
21	0.00350	0.186	50.0	1130.0	-0.00023	41.7	1121.7	-0.01527	8.3	8.3
22	0.00350	0.186	50.0	1130.0	-0.00023	41.7	1121.7	-0.01528	8.3	8.3
23	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00020	41.7	1121.7	-0.01523	8.3	8.3
24	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00021	41.7	1121.7	-0.01524	8.3	8.3
25	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00022	41.7	1121.7	-0.01525	8.3	8.3
26	0.00350	0.186	50.0	1130.0	-0.00023	41.7	1121.7	-0.01530	8.3	8.3

**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	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
2	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
3	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
4	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
5	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
6	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
7	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
8	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
9	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
10	0.000440779	0.000000000	-0.018538943	0.190	0.700
11	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
12	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
13	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
14	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
15	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
16	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
17	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
18	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
19	0.000443282	0.000000000	-0.018664126	0.189	0.700
20	0.000451315	0.000000000	-0.019065822	0.186	0.700
21	0.000449199	0.000000032	-0.018995701	0.186	0.700
22	0.000449484	0.000000033	-0.019011078	0.186	0.700
23	0.000446216	0.000000105	-0.018929496	0.187	0.700
24	0.000446468	0.000000105	-0.018942505	0.187	0.700
25	0.000447871	0.000000070	-0.018972835	0.187	0.700
26	0.000448943	0.000000069	-0.019024797	0.186	0.700

**METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	47 di 63

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
2	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
3	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
4	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
5	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
6	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
7	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
8	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
9	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
10	S	1020.00	3076.98	41.7	1130.0	0.0090	0.16
11	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
12	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
13	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
14	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
15	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
16	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
17	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
18	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
19	S	869.00	3061.47	41.7	1130.0	0.0090	0.13
20	S	301.00	3010.80	41.7	1130.0	0.0090	0.06
21	S	1075.00	3019.32	41.7	1130.0	0.0090	0.07
22	S	1075.00	3017.32	41.7	1130.0	0.0090	0.07
23	S	503.01	3019.33	41.7	1130.0	0.0090	0.07
24	S	503.01	3017.33	41.7	1130.0	0.0090	0.07
25	S	503.00	3021.70	41.7	1130.0	0.0090	0.08
26	S	503.00	3015.07	41.7	1130.0	0.0090	0.07

**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 [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
2	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
3	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
4	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
5	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
6	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
7	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
8	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
9	S	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2
10	S	0.80	50.0	1130.0	-16.3	8.3	52.4	12430	318.2

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	48 di 63

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
2	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
3	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
4	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
5	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
6	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
7	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
8	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
9	S	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01
10	S	-0.00011	0	0.500	19.9	73	0.00005 (0.00005)	381	0.019 (0.20)	0.00	1953.07

**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	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
2	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
3	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
4	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
5	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
6	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
7	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
8	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
9	S	2.56	50.0	1130.0	-61.1	8.3	74.4	12995	318.2
10	S	0.80	50.0	1130.0	-16.3	8.3	52.4	12430	318.2

**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	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
2	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
3	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
4	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
5	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
6	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
7	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
8	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
9	S	-0.00040	0	0.500	19.9	73	0.00018 (0.00018)	387	0.071 (0.20)	0.00	1837.11
10	S	-0.00011	0	0.500	19.9	73	0.00005 (0.00005)	381	0.019 (0.20)	0.00	1953.07

**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	3.15	50.0	1130.0	-76.1	8.3	41.4	12995	318.2



**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	-0.00050	0	0.500	19.9	73	0.00023 (0.00023)	387	0.088 (0.20)	0.00	1828.01

**4.9.2 Muro frontale**

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

*Caratteristiche della sezione :*

*Sezione rettangolare 2.40 x10.10 m*

*Armatura verticale*

$A_s = \phi 26/10$  (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/10$  (lato esterno)

*Armatura orizzontale*

$A_s = \phi 20/20$  (lato controterra)

$A'_s = \phi 20/20$  (lato esterno)

Per la verifica a taglio della sezione si considera l'area di ferro necessaria, come indicata dal codice di calcolo, e si assegna una armatura equivalente; in particolare si utilizzeranno:

Spille  $9\phi 10/mq.$

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	50 di 63

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	1010.0
3	240.0	1010.0
4	240.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	1001.0	26
3	231.0	1001.0	26
4	231.0	9.0	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	2	98	26
2	3	4	98	26

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 8 mm  
Passo staffe: 3.3 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	13594.14	3160.61	19173.60	367.80	5795.96
2	12458.79	6767.81	18719.46	367.80	5795.96
3	11001.47	2372.21	18136.53	367.80	5795.96

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	51 di 63

4	12719.68	2963.51	23003.42	367.80	6376.46
5	11957.27	5148.49	22698.45	367.80	6376.46
6	11001.47	2372.21	18136.53	367.80	5795.96
7	12719.68	2963.51	18823.82	367.80	5795.96
8	11957.27	5148.49	18518.85	367.80	5795.96
9	11001.47	2372.21	18136.53	367.80	5795.96
10	11001.47	2185.91	18136.53	358.80	5795.96
11	10630.80	2846.74	14566.81	309.67	4214.70
12	9495.45	6453.94	14112.67	309.67	4214.70
13	8038.13	2058.34	13529.74	309.67	4214.70
14	9756.34	2649.64	18396.63	309.67	4795.20
15	9756.34	2649.64	18396.63	309.67	4795.20
16	8993.93	4834.61	18091.66	309.67	4795.20
17	8038.13	2058.34	13529.74	309.67	4214.70
18	9756.34	2649.64	14217.03	309.67	4214.70
19	8993.93	4834.61	13912.06	309.67	4214.70
20	8038.13	2058.34	9870.63	309.67	3238.94
21	8227.47	2600.66	26706.19	506.27	6592.29
22	7848.78	2588.56	26644.74	506.27	6592.29
23	8443.37	7698.53	13700.26	1389.90	3572.41
24	8064.68	7686.44	13638.82	1389.90	3572.41
25	9053.39	2731.57	13839.23	506.27	3572.41
26	7791.06	2691.25	13634.41	506.27	3572.41

**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	8038.13	1459.35	12168.39
2	9958.63	2196.04	13242.29
3	9117.63	4868.04	12905.89
4	8038.13	1612.04	12474.09
5	9310.88	2050.04	16079.19
6	8746.13	3668.54	15853.29
7	8038.13	1612.04	12474.09
8	9310.88	2050.04	12983.19
9	8746.13	3668.54	12757.29
10	8038.13	1612.04	9763.63

**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	9478.50	1295.02 (5366.80)	12296.20 (50957.67)
2	8847.75	3299.02 (12842.82)	12043.90 (46885.93)
3	8038.13	857.02 (3576.37)	11720.05 (48908.03)
4	8992.69	1185.52 (3860.05)	14423.88 (46964.03)
5	8569.13	2399.40 (7578.50)	14254.45 (45022.75)
6	8038.13	857.02 (3576.37)	11720.05 (48908.03)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	52 di 63

7	8992.69	1185.52 (4918.69)	12101.88 (50210.33)
8	8569.13	2399.40 (9578.31)	11932.45 (47633.94)
9	8038.13	857.02 (3576.37)	11720.05 (48908.03)
10	8038.13	738.63 (4236.29)	9457.94 (54244.40)

**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	8038.13	933.44 (3567.29)	12474.09 (47671.47)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.9 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 [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	13594.14	3160.61	19173.60	13594.12	10128.79	61877.09	3.231061.9(727.2)	
2	S	12458.79	6767.81	18719.46	12459.08	21801.39	60581.70	3.231061.9(727.2)	
3	S	11001.47	2372.21	18136.53	11001.47	7831.16	59035.82	3.261061.9(727.2)	
4	S	12719.68	2963.51	23003.42	12719.44	7856.75	60922.74	2.651061.9(727.2)	
5	S	11957.27	5148.49	22698.45	11957.21	13849.79	60067.12	2.651061.9(727.2)	
6	S	11001.47	2372.21	18136.53	11001.47	7831.16	59035.82	3.261061.9(727.2)	
7	S	12719.68	2963.51	18823.82	12719.58	9509.83	60923.85	3.241061.9(727.2)	
8	S	11957.27	5148.49	18518.85	11957.16	16535.63	60058.51	3.241061.9(727.2)	
9	S	11001.47	2372.21	18136.53	11001.47	7831.16	59035.82	3.261061.9(727.2)	
10	S	11001.47	2185.91	18136.53	11001.57	7323.82	59037.85	3.261061.9(727.2)	
11	S	10630.80	2846.74	14566.81	10630.94	11571.64	58617.17	4.031061.9(727.2)	
12	S	9495.45	6453.94	14112.67	9495.63	25907.31	57306.26	4.051061.9(727.2)	
13	S	8038.13	2058.34	13529.74	8038.01	8709.58	55767.86	4.121061.9(727.2)	
14	S	9756.34	2649.64	18396.63	9756.50	8246.42	57662.99	3.131061.9(727.2)	
15	S	9756.34	2649.64	18396.63	9756.50	8246.42	57662.99	3.131061.9(727.2)	
16	S	8993.93	4834.61	18091.66	8993.94	14929.43	56804.40	3.141061.9(727.2)	
17	S	8038.13	2058.34	13529.74	8038.01	8709.58	55767.86	4.121061.9(727.2)	
18	S	9756.34	2649.64	14217.03	9756.26	10659.29	57658.92	4.051061.9(727.2)	
19	S	8993.93	4834.61	13912.06	8993.97	19681.62	56788.13	4.081061.9(727.2)	
20	S	8038.13	2058.34	9870.63	8038.13	11468.80	55760.19	5.651061.9(727.2)	
21	S	8227.47	2600.66	26706.19	8227.41	5417.56	55989.33	2.101061.9(727.2)	
22	S	7848.78	2588.56	26644.74	7848.59	5566.27	55573.86	2.091061.9(727.2)	
23	S	8443.37	7698.53	13700.26	8443.40	31852.82	56109.36	4.111061.9(727.2)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	53 di 63

24	S	8064.68	7686.44	13638.82	8064.81	31091.99	55700.83	4.071061.9(727.2)
25	S	9053.39	2731.57	13839.23	9053.12	11417.05	56881.06	4.111061.9(727.2)
26	S	7791.06	2691.25	13634.41	7791.13	11065.22	55488.96	4.071061.9(727.2)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
	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	240.0	1010.0	0.00150	231.0	1001.0	-0.04828	9.0	9.0
2	0.00350	240.0	1010.0	0.00174	231.0	1001.0	-0.04268	9.0	9.0
3	0.00350	240.0	1010.0	0.00132	231.0	1001.0	-0.05291	9.0	9.0
4	0.00350	240.0	1010.0	0.00140	231.0	1001.0	-0.05083	9.0	9.0
5	0.00350	240.0	1010.0	0.00153	231.0	1001.0	-0.04782	9.0	9.0
6	0.00350	240.0	1010.0	0.00132	231.0	1001.0	-0.05291	9.0	9.0
7	0.00350	240.0	1010.0	0.00145	231.0	1001.0	-0.04959	9.0	9.0
8	0.00350	240.0	1010.0	0.00160	231.0	1001.0	-0.04614	9.0	9.0
9	0.00350	240.0	1010.0	0.00132	231.0	1001.0	-0.05291	9.0	9.0
10	0.00350	240.0	1010.0	0.00130	231.0	1001.0	-0.05329	9.0	9.0
11	0.00350	240.0	1010.0	0.00141	231.0	1001.0	-0.05081	9.0	9.0
12	0.00350	240.0	1010.0	0.00172	231.0	1001.0	-0.04343	9.0	9.0
13	0.00350	240.0	1010.0	0.00120	231.0	1001.0	-0.05599	9.0	9.0
14	0.00350	240.0	1010.0	0.00127	231.0	1001.0	-0.05419	9.0	9.0
15	0.00350	240.0	1010.0	0.00127	231.0	1001.0	-0.05419	9.0	9.0
16	0.00350	240.0	1010.0	0.00142	231.0	1001.0	-0.05053	9.0	9.0
17	0.00350	240.0	1010.0	0.00120	231.0	1001.0	-0.05599	9.0	9.0
18	0.00350	240.0	1010.0	0.00134	231.0	1001.0	-0.05243	9.0	9.0
19	0.00350	240.0	1010.0	0.00155	231.0	1001.0	-0.04750	9.0	9.0
20	0.00350	240.0	1010.0	0.00128	231.0	1001.0	-0.05407	9.0	9.0
21	0.00350	240.0	1010.0	0.00111	231.0	1001.0	-0.05810	9.0	9.0
22	0.00350	240.0	1010.0	0.00110	231.0	1001.0	-0.05842	9.0	9.0
23	0.00350	240.0	1010.0	0.00181	231.0	1001.0	-0.04133	9.0	9.0
24	0.00350	240.0	1010.0	0.00178	231.0	1001.0	-0.04203	9.0	9.0
25	0.00350	240.0	1010.0	0.00133	231.0	1001.0	-0.05278	9.0	9.0
26	0.00350	240.0	1010.0	0.00125	231.0	1001.0	-0.05467	9.0	9.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000221506	0.000000612	-0.050279964	----	----
2	0.000194419	0.000001269	-0.044442240	----	----
3	0.000242131	0.000000477	-0.055093648	----	----
4	0.000233143	0.000000473	-0.052932293	----	----
5	0.000218546	0.000000839	-0.049798855	----	----
6	0.000242131	0.000000477	-0.055093648	----	----
7	0.000227272	0.000000591	-0.051642227	----	----
8	0.000210610	0.000000993	-0.048048914	----	----
9	0.000242131	0.000000477	-0.055093648	----	----

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	54 di 63

10	0.000243898	0.000000446	-0.055486442	----	----
11	0.000231986	0.000000716	-0.052899925	----	----
12	0.000196608	0.000001512	-0.045212960	----	----
13	0.000255129	0.000000556	-0.058292781	----	----
14	0.000247499	0.000000513	-0.056417791	----	----
15	0.000247499	0.000000513	-0.056417791	----	----
16	0.000229889	0.000000927	-0.052609581	----	----
17	0.000255129	0.000000556	-0.058292781	----	----
18	0.000239251	0.000000667	-0.054593778	----	----
19	0.000215581	0.000001201	-0.049452638	----	----
20	0.000246064	0.000000725	-0.056287664	----	----
21	0.000265120	0.000000359	-0.060491226	----	----
22	0.000266414	0.000000382	-0.060825059	----	----
23	0.000186237	0.000001812	-0.043026790	----	----
24	0.000189355	0.000001788	-0.043751133	----	----
25	0.000240556	0.000000715	-0.054955807	----	----
26	0.000248752	0.000000703	-0.056910696	----	----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 8 mm  
 Passo staffe: 3.3 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. 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	5796.95	75893.02	6711.15234.2]	225.2	1009.6	2.500	1.030	26.3	30.5(0.0)
2	S	5798.23	75696.20	6707.17234.1]	225.1	1010.0	2.500	1.027	26.3	30.5(0.0)
3	S	5796.67	75680.63	6723.68234.6]	225.6	1010.5	2.500	1.024	26.3	30.5(0.0)
4	S	6377.19	75889.23	6717.39234.4]	225.4	1010.5	2.500	1.028	28.9	30.5(0.0)
5	S	6377.82	75675.07	6714.72234.3]	225.3	1009.7	2.500	1.026	28.9	30.5(0.0)
6	S	5796.67	75680.63	6723.68234.6]	225.6	1010.5	2.500	1.024	26.3	30.5(0.0)
7	S	5796.89	75795.25	6715.11234.3]	225.3	1009.6	2.500	1.028	26.3	30.5(0.0)
8	S	5797.63	75660.76	6712.86234.3]	225.3	1009.8	2.500	1.026	26.3	30.5(0.0)
9	S	5796.67	75680.63	6723.68234.6]	225.6	1010.5	2.500	1.024	26.3	30.5(0.0)
10	S	5796.60	75682.56	6724.08234.6]	225.6	1010.4	2.500	1.024	26.3	30.5(0.0)
11	S	4215.64	75530.75	6721.38234.5]	225.5	1009.6	2.500	1.023	19.1	30.5(0.0)
12	S	4216.96	75255.73	6716.21234.4]	225.4	1009.2	2.500	1.021	19.1	30.5(0.0)
13	S	4215.37	75310.36	6733.23234.9]	225.9	1010.5	2.500	1.018	19.1	30.5(0.0)
14	S	4795.83	75529.24	6728.03234.8]	225.8	1010.5	2.500	1.021	21.7	30.5(0.0)
15	S	4795.83	75529.24	6728.03234.8]	225.8	1010.5	2.500	1.021	21.7	30.5(0.0)
16	S	4796.41	75315.30	6725.29234.7]	225.7	1009.7	2.500	1.020	21.7	30.5(0.0)
17	S	4215.37	75310.36	6733.23234.9]	225.9	1010.5	2.500	1.018	19.1	30.5(0.0)
18	S	4215.55	75430.50	6725.23234.7]	225.7	1009.6	2.500	1.021	19.1	30.5(0.0)
19	S	4216.36	75300.30	6722.75234.6]	225.6	1009.9	2.500	1.020	19.1	30.5(0.0)
20	S	3239.84	75216.41	6730.90234.9]	225.9	1009.6	2.500	1.018	14.7	30.5(0.0)
21	S	6592.97	75345.32	6734.90235.0]	226.0	1010.3	2.500	1.018	29.8	30.5(0.0)
22	S	6593.01	75299.14	6736.14235.0]	226.0	1010.3	2.500	1.017	29.8	30.5(0.0)

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	55 di 63

23	S	3585.76	75108.80	6716.52234.4	225.4	1009.4	2.500	1.019	16.3	30.5(0.0)
24	S	3585.38	75066.59	6718.48234.4	225.4	1009.4	2.500	1.018	16.3	30.5(0.0)
25	S	3573.90	75339.33	6727.16234.7	225.7	1009.6	2.500	1.020	16.2	30.5(0.0)
26	S	3573.83	75188.99	6732.10234.9	225.9	1009.6	2.500	1.017	16.2	30.5(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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.02	240.0	1010.0	-45.2	9.0	9.0	26823	530.9
2	S	2.20	240.0	1010.0	-42.3	9.0	9.0	27109	530.9
3	S	2.30	240.0	1010.0	-47.0	9.0	9.0	27258	530.9
4	S	2.08	240.0	1010.0	-47.7	9.0	9.0	26899	530.9
5	S	2.70	240.0	1010.0	-68.5	9.0	9.0	26873	530.9
6	S	2.76	240.0	1010.0	-72.1	9.0	9.0	27232	530.9
7	S	2.08	240.0	1010.0	-47.7	9.0	9.0	26899	530.9
8	S	2.16	240.0	1010.0	-44.1	9.0	9.0	27069	530.9
9	S	2.22	240.0	1010.0	-47.2	9.0	9.0	27258	530.9
10	S	1.60	240.0	1010.0	-27.3	9.0	9.0	27118	530.9

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm 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	-0.00024	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	485	0.066 (0.20)	5681.27	47371.73
2	S	-0.00023	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	487	0.062 (0.20)	8165.85	49240.58
3	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	489	0.069 (0.20)	16803.96	44549.72
4	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	486	0.070 (0.20)	6044.26	46770.81
5	S	-0.00036	0	0.500	26.0	77	0.00021 (0.00021)	486	0.100 (0.20)	5747.32	45078.21
6	S	-0.00038	0	0.500	26.0	77	0.00022 (0.00022)	489	0.106 (0.20)	9932.84	42923.91
7	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	486	0.070 (0.20)	6044.26	46770.81
8	S	-0.00023	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	487	0.064 (0.20)	7633.50	48343.92
9	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	489	0.069 (0.20)	13046.12	45367.61
10	S	-0.00015	0	0.500	26.0	77	0.00008 (0.00008)	488	0.040 (0.20)	8504.77	51510.68

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	56 di 63

1	S	2.00	240.0	1010.0	-37.4	9.0	9.0	26692	530.9
2	S	2.07	240.0	1010.0	-40.8	9.0	9.0	27258	530.9
3	S	1.91	240.0	1010.0	-41.2	9.0	9.0	26067	530.9
4	S	2.37	240.0	1010.0	-56.6	9.0	9.0	26256	530.9
5	S	2.42	240.0	1010.0	-59.1	9.0	9.0	27095	530.9
6	S	1.91	240.0	1010.0	-41.2	9.0	9.0	26067	530.9
7	S	1.97	240.0	1010.0	-38.6	9.0	9.0	26583	530.9
8	S	2.01	240.0	1010.0	-40.9	9.0	9.0	27201	530.9
9	S	1.91	240.0	1010.0	-41.2	9.0	9.0	26067	530.9
10	S	1.51	240.0	1010.0	-24.5	9.0	9.0	26264	530.9

**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	-0.00020	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	484	0.054 (0.20)	5366.80	50957.67
2	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	489	0.060 (0.20)	12842.82	46885.93
3	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	479	0.059 (0.20)	3576.37	48908.03
4	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	480	0.082 (0.20)	3860.05	46964.03
5	S	-0.00031	0	0.500	26.0	77	0.00018 (0.00018)	487	0.086 (0.20)	7578.50	45022.75
6	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	479	0.059 (0.20)	3576.37	48908.03
7	S	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	483	0.056 (0.20)	4918.69	50210.33
8	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	488	0.060 (0.20)	9578.31	47633.94
9	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	479	0.059 (0.20)	3576.37	48908.03
10	S	-0.00013	0	0.500	26.0	77	0.00007 (0.00007)	480	0.035 (0.20)	4236.29	54244.40

**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	2.04	240.0	1010.0	-47.2	9.0	9.0	26093	530.9

**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	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	479	0.068 (0.20)	3567.29	47671.47



### 4.9.3 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 5957 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 855 \text{ kN (CC. SLV)}$$

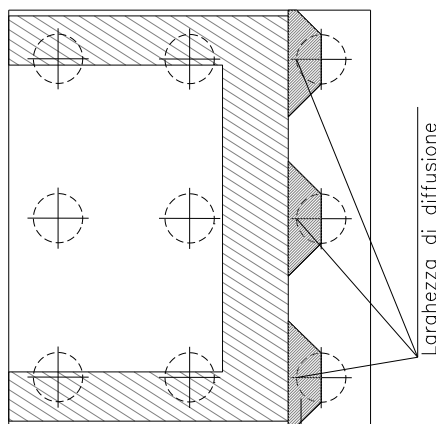
$$N_{\max} = 4835 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 940 \text{ kN (CC. SLV)}$$

#### 4.9.3.1 Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 d<sub>p</sub> (con d<sub>p</sub> altezza utile della sezione del plinto).

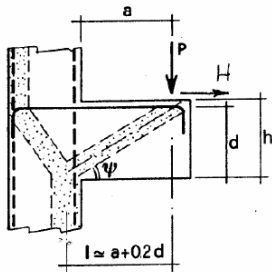
La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.



**Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale**

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTOLE.



**P, H : Carichi Esterni di Progetto ( $P_{Ed}, H_{Ed}$ )**

**Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica**

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

**Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa**

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

**CONDIZIONI DI VERIFICA**

- 1  $P_R \geq P_{Ed}$
- 2  $P_{Rc} > P$

**Dati di progetto**

$b(m) =$	<b>3.90</b>	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	<b>5957.00</b>	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	<b>855.00</b>	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	<b>1.20</b>	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	<b>2.50</b>	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	<b>0.12</b>	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	<b>2.38</b>	m	altezza utile
$l(m) =$	<b>1.68</b>	m	$a + 0,2d$
$\lambda =$	<b>0.78</b>		$\lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

$c(m) =$

**Caratteristiche Materiali**

$f_{cd} =$	<b>14.1</b>	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	<b>391.0</b>	MPa	Acciaio

**Caratteristiche Armature di Progetto**

<b>Registro tipo</b>	<b>R1</b>						
$n^\circ R1 =$	<b>1</b>	$\phi 1 (mm) =$	<b>20.0</b>	$p1 (cm) =$	<b>10.0</b>	$\theta 1^\circ =$	<b>0.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb \text{ tot } 1 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	12252.20	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>12252.20</b>
<b>Registro tipo</b>	<b>R2</b>						
$n^\circ R2 =$	<b>1</b>	$\phi 2 (mm) =$	<b>20.0</b>	$p2 (cm) =$	<b>10.0</b>	$\theta 2^\circ =$	<b>0.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb \text{ tot } 2 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	12252.20	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>12252.20</b>
<b>Registro tipo</b>	<b>R3</b>						
$n^\circ R3 =$	<b>0</b>	$\phi 3 (mm) =$	<b>24.0</b>	$p3 (cm) =$	<b>10.0</b>	$\theta 3^\circ =$	<b>0.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb \text{ tot } 3 =$	0.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	0.00	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>0.00</b>

**Verifiche di resistenza**

$\Psi =$	<input type="text" value="0.907"/>	rad	=	<input type="text" value="51.96"/>	°
$P_{Rs} =$	<input type="text" value="11152.5"/>	KN		<input type="text" value="PRs &gt; PEd - Verifica Soddisfatta"/>	
$P_{Rc} =$	<input type="text" value="32471.0"/>	KN		<input type="text" value="PRc &gt; PRs - Verifica Soddisfatta"/>	

#### 4.9.4 Palo di fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 2.80$  (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	Ty,A [kN]
5957	2395		855
2514	2395		855
4835	2631		940
1577	2631		940

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare  $\varnothing 150$  cm

$$A_s = 26 + 26\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/20$$

La lunghezza del palo è pari a  $L = 28.00$ m

#### 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:	137.50	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: Circolare

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	60 di 63

Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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 circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza 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 equidistanti disposte lungo la circonferenza  
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.0	26	26
2	0.0	0.0	61.0	26	26

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 14 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	5957.00	2395.00	0.00	855.00	0.00
2	2514.00	2395.00	0.00	855.00	0.00
3	4835.00	2631.00	0.00	940.00	0.00
4	1577.00	2631.00	0.00	940.00	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	4269.00	1630.00	0.00
2	2552.00	1630.00	0.00

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

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

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	61 di 63

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	4105.00	1545.00 (2461.32)	0.00 (0.00)
2	2591.00	1545.00 (1718.88)	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	4143.00	1656.00 (2303.77)	0.00 (0.00)
2	2602.00	1656.00 (1664.68)	0.00 (0.00)

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 6.3 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	5957.00	2395.00	0.00	5957.05	7338.61	0.00	3.06	276.1(53.0)
2	S	2514.00	2395.00	0.00	2514.29	6557.21	0.00	2.74	276.1(53.0)
3	S	4835.00	2631.00	0.00	4835.12	7120.97	0.00	2.71	276.1(53.0)
4	S	1577.00	2631.00	0.00	1576.98	6275.92	0.00	2.39	276.1(53.0)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc 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
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	62 di 63

1	0.00350	0.0	75.0	0.00300	0.0	66.0	-0.00441	0.0	-66.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00287	0.0	66.0	-0.00641	0.0	-66.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00296	0.0	66.0	-0.00498	0.0	-66.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00282	0.0	66.0	-0.00714	0.0	-66.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000056105	-0.000707907	----	----
2	0.000000000	0.000070284	-0.001771305	----	----
3	0.000000000	0.000060145	-0.001010852	----	----
4	0.000000000	0.000075477	-0.002160806	----	----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                    14 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] = proiezz. 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	855.00	4088.60	2849.96118.5]	98.4	137.5	2.500	1.238	8.9	29.6(0.0)
2	S	855.00	3783.81	3012.74119.7]	104.0	135.5	2.500	1.100	8.4	29.6(0.0)
3	S	940.00	4000.18	2902.03118.9]	100.1	137.1	2.500	1.193	9.6	29.6(0.0)
4	S	940.00	3658.36	3072.89120.6]	106.0	132.9	2.500	1.063	9.1	29.6(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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.00	0.0	1010.0	-29.8	0.0	-66.0	805	21.2
2	S	5.88	0.0	1010.0	-67.3	0.0	-66.0	1733	53.1

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW 04 00 003	C	63 di 63

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00019	0	0.500	26.0	77	0.00009 (0.00009)	429	0.038 (0.20)	2420.83	0.00
2	S	-0.00039	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	406	0.082 (0.20)	1661.90	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	5.70	0.0	1010.0	-27.3	0.0	-66.0	805	21.2
2	S	5.57	0.0	1010.0	-59.1	0.0	-66.0	1638	53.1

**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	-0.00017	0	0.500	26.0	77	0.00008 (0.00008)	429	0.035 (0.20)	2461.32	0.00
2	S	-0.00034	0	0.500	26.0	77	0.00018 (0.00018)	398	0.071 (0.20)	1718.88	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	6.07	0.0	1010.0	-33.5	0.0	-66.0	872	21.2
2	S	5.97	0.0	0.0	-68.1	0.0	-66.0	1733	53.1

**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	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00010 (0.00010)	443	0.045 (0.20)	2303.77	0.00
2	S	-0.00039	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	406	0.083 (0.20)	1664.68	0.00