

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

Cavalcaferrovia pk 13+400

Relazione di calcolo Spalla B

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 09 CL IV0104 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	E. Abbasciano	Novembre 2019	A.Ferri	Novembre 2019	F. Sparacino	Novembre 2019	Vitozzi	Marzo 2020
B	Emissione esecutiva	E. Abbasciano	Marzo 2020	A.Ferri	Marzo 2020	F. Sparacino	Marzo 2020		

ITALFERR S.p.A.
Ufficio Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angela Vitozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Siracusa
N° A.20783

File: RS3V40D09CLIV0104002B.docx

n. Ela: 909

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>	20
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	21
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	21
4.6.6	<i>Spinta statica del terrapieno</i>	21
4.6.7	<i>Sovraccarico su soletta superiore</i>	22
4.6.8	<i>Azione sismica</i>	22
4.6.9	<i>Inerzie strutturali</i>	25

4.6.10	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	25
4.6.11	Riepilogo risultati.....	26
4.7	SOLLECITAZIONI.....	31
4.7.1	Muro paraghiaia	31
4.7.2	Muro frontale	33
4.7.3	Plinto di fondazione.....	35
4.8	PALI DI FONDAZIONE	37
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	38
4.9.1	Paraghiaia.....	38
4.9.2	Muro frontale	46
4.9.3	Zattera di fondazione.....	54
4.9.4	Soletta.....	56
4.9.5	Palo di fondazione L=28.0m	62
5	SINTESI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE	67

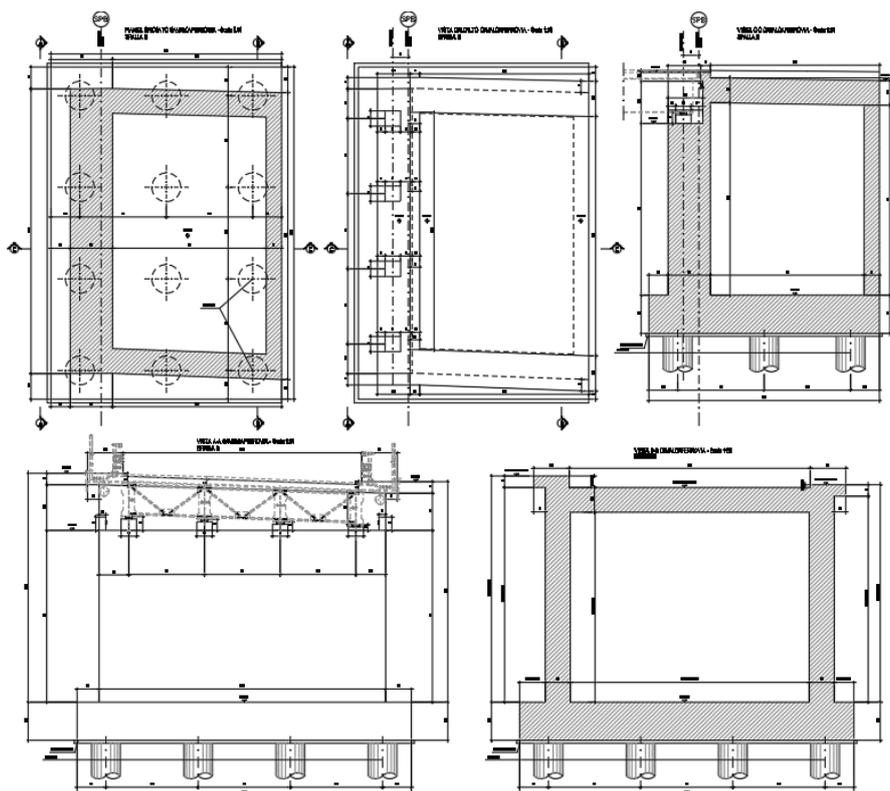
1 PREMESSA

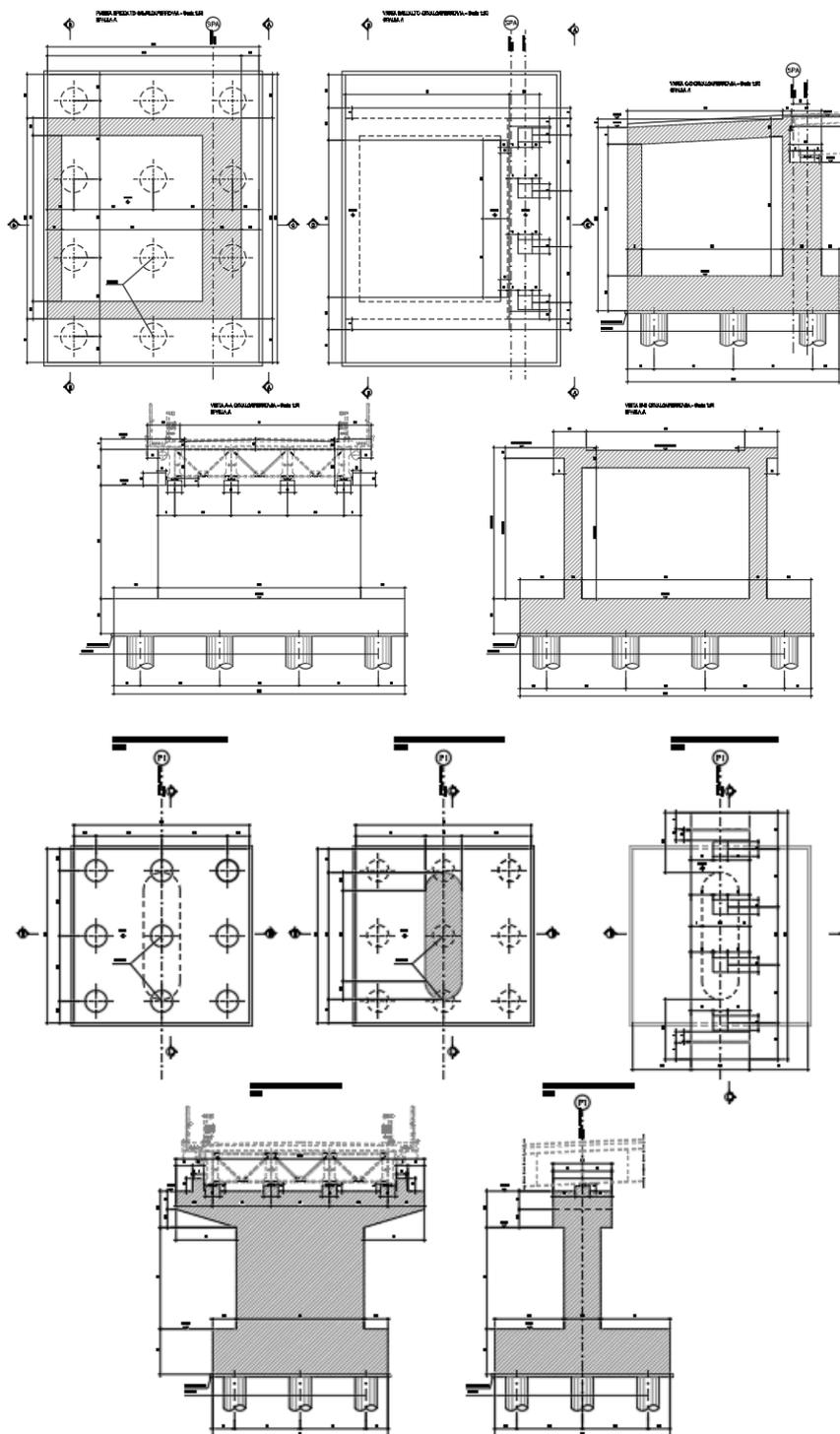
La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del cavalca ferrovia della tratta ferroviaria Nuova Enna -Dittaino, previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare si tratterà la spalla **B**. *La spalla è di tipo scatolare.*

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il cavalca ferrovia è in sito in corrispondenza della pk.13+400. L'impalcato in acciaio-calcestruzzo è realizzato a trave continua su 4 campate. Pile e spalle sono realizzate in c.a gettato in opera, e vengono fondate su pali di grande diametro.





	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 002	REV. B

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- [N1] **Legge 05/01/1971 n°1086:** *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- [N2] **Legge 02/02/1974 n°64:** *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- [N3] **D.M. del 17 Gennaio 2018:** *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*
- [N4] **C.M. 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- [N5] **RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018:** *Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;*
- [N6] **RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;*
- [N7] **Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle *specifiche tecniche di interoperabilità* per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;**

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

➤ Calcestruzzo magro e getto di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I+V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

➤ Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisionali, calcestruzzo fondazioni

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

➤ Calcestruzzo fondazioni armate

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 40mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO MINIMO = 50mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

IN BARRE E RETI ELETTRISALDATE

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

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

(*) : I VALORI DI COPRIFERRO RIPORTATI SI RIFERISCONO AD OPERE CON VITA NOMINALE DI 75 ANNI. PER COSTRUZIONI CON VITA NOMINALE DI 100 ANNI TALI VALORI DOVRANNO ESSERE AUMENTATI DI 5 mm.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 002	REV. B

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 "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A", 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	$\leq w_1$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	9 di 67

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:

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

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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	10 di 67

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.20m e muri di spessore 1.30 m. L'altezza della spalla B (escluso paraghiaia) è pari a 9.00 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.4m ed altezza di circa 2.60m dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50m collegate in testa da una platea di spessore 2.00 m.

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 ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{e2} γ_{e3} γ_{e4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ 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.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_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

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

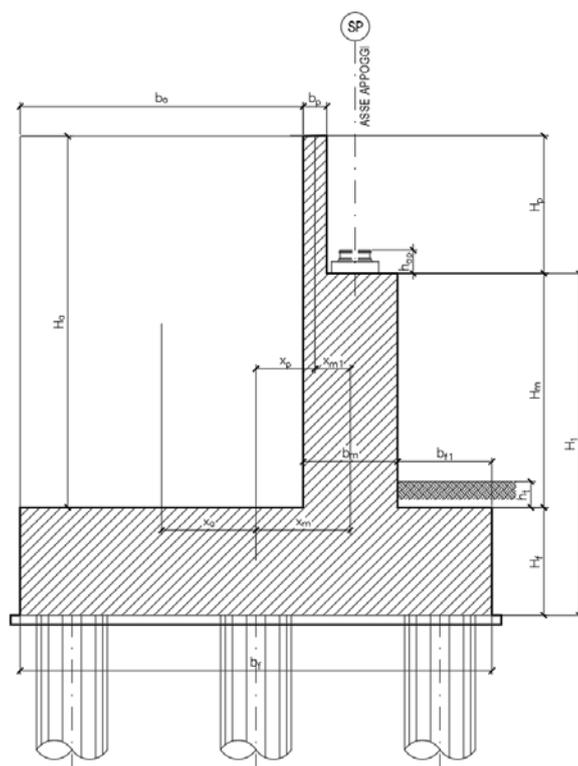


Figura 1 – Significato dei simboli: sezione tipologica

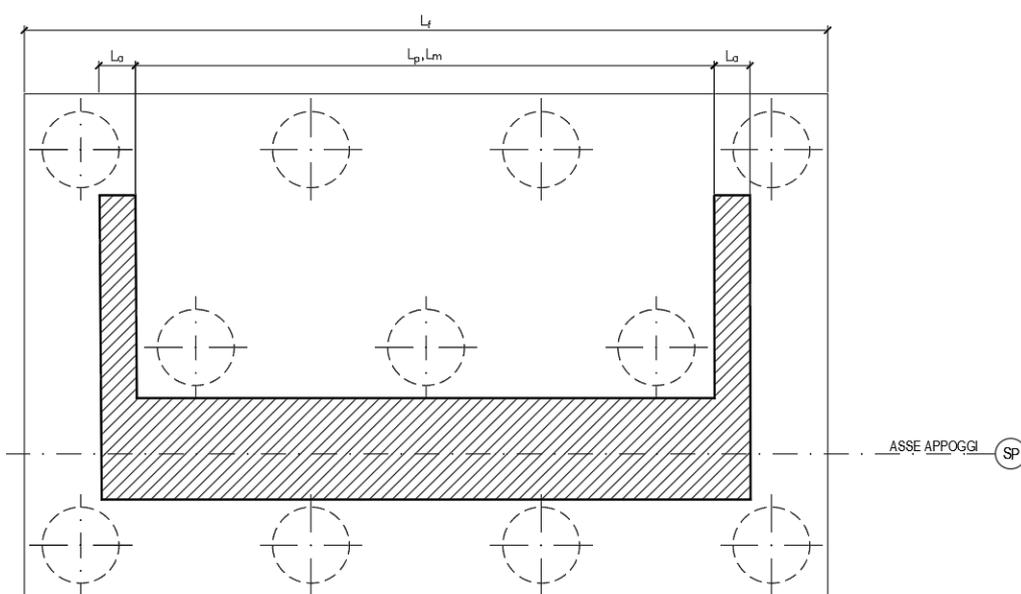


Figura 2 – Significato dei simboli: pianta tipologica

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	0	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{sp}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	11.40	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	2.60	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	12.30	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		12.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	3.00	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	9.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.20	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	12.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	3.90	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.90	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.30	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	17.40	m
Mensola anteriore plinto	b_n	1.00	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		4.20	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	11.60	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.30	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	8.80	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.60	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	Ko= 0.426
Sisma			
S_s		1.490	
a_g		0.134	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.199	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.412	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.100	

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/m³.

Impalcato			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	24	m
Peso Proprio	G1	160	kN/m
Permanenti portati	G2	65	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	4	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	480.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	195.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato.

joint	890	900	899	889	
	F3	F3	F3	F3	TOT
g1	449	349	349	450	1597
g2	172	101	101	172	546
folla	45	6	6	45	
traffico	464	808	810	329	

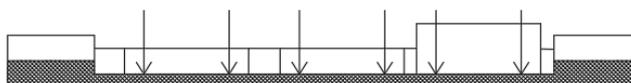
Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente:

Appoggio	A			B			C			D			biz
	FZ	FX	FY										
Descrizione carico	[kN]	[m]											
Peso proprio G1	560			560			560			560			0,00
Permanenti G2	228			228			228			228			0,00
													0,00
Comb. Nmax Q1	300			769			702			132			0,00
Comb. Nmax Q3 frenatura													2,40
Comb. Nmax Q4 centrifuga													2,40
Comb. Nmax Q folla	157			5			5			157			0,00
Comb. MTmax Q1	594			701			279			-3			0,00
Comb. MTmax Q3 frenatura													2,40
Comb. MTmax Q4 centrifuga													2,40
Comb. MTmax Q folla	180			34			-29			-23			0,00
Comb. MLmax Q1													0,00
Comb. MLmax Q3 frenatura													2,40
Comb. MLmax Q4 centrifuga													2,40
Comb. MLmax Q folla													0,00
Vento Ponte Scarico										94			2,00
Vento Ponte Carico										162			2,70
Attrito permanente		24	24		24	24		24	24		24	24	0,00
Attrito carichi mobili		18	18		23	23		21	21		5	5	0,00
Sisma longitudinale		0			0			0			0		2,40
Sisma trasversale										716			2,40
Sisma verticale	90			94			92			82			0,00

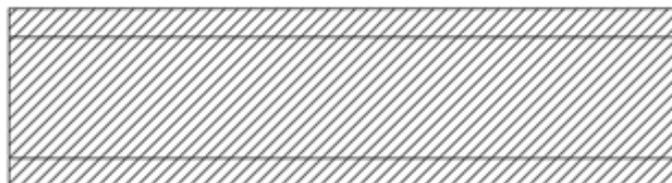
Poiché il modello FEM restituisce gli involuppi dei carichi variabili da traffico, è stato creato un modello semplificato in cui si sono applicati manualmente i carichi tandem e distribuiti come descritto nel seguito:

- 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

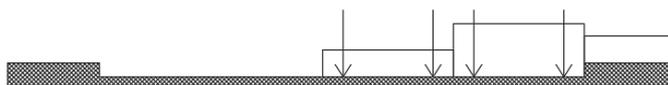


PIANTA

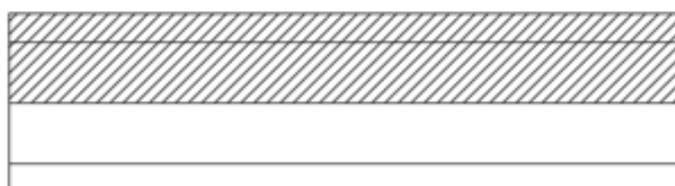


- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



Si può notare come i valori tra i due modelli siano congruenti.

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	250	250	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)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(as/ao - 1))$	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni
	α_R	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.54	0.54	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	12	12	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.47	2.47	
Larghezza impalcato	b	16.1	16.1	m
Altezza impalcato	h1	2.4	2.4	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	3.9	5.4	m
Rapporto di forma	b/dtot	4.13	2.98	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.30	1.61	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.47	2.47	
Coefficiente di forza	cfx	1.30	1.61	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	3.9	5.4	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	6.7	11.5	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.72	2.12	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	6.7	11.5	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	6.7	kN/m
Luce impalcato	L	28	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	94	kN/m

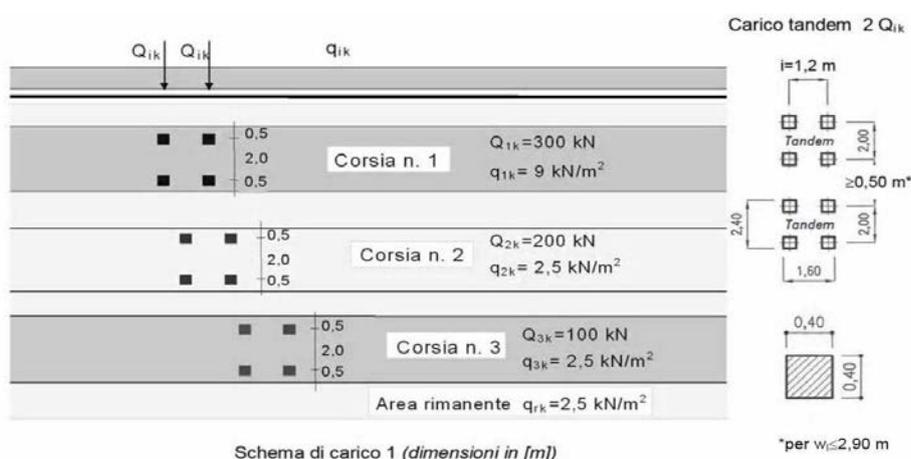
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	11.5	kN/m
Luce impalcato	L	28	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	161	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 ²]
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 $q=5\text{ kN/mq}$.

4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

La spalla presenta appoggi mobili per cui l'azione di frenatura è assorbita dalla spalla fissa.

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

La spalla è scatolare e non presenta riempimento

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 002	REV. B

4.6.7 Sovraccarico su soletta superiore

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

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

4.6.8 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:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v W$$

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 β_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 β_m assume valore unitario.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 002	REV. B

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1. Il 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 β_m pari ad 1.0.

➤ 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: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

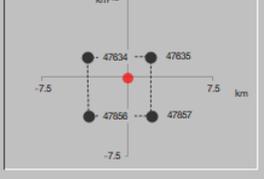
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Noi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle posì 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_R info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_d = 1.490$ $C_c = 1.288$ info

Categoria topografica info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info

(Inquinata sito, /Inalzezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta_1 = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s Regol. in altezza info

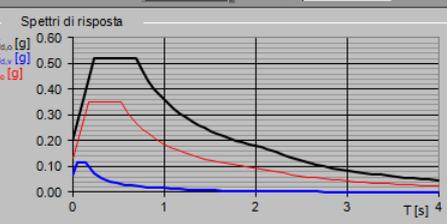
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q_v $\eta_1 = 0.667$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

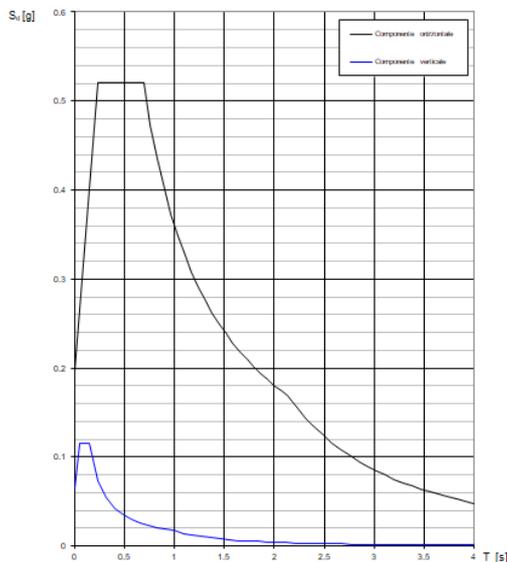
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.133 g
F_n	2.620
T_c^*	0.539 s
S_s	1.490
C_c	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.490
η	1.000
T_B	0.231 s
T_c	0.694 s
T_D	2.133 s



4.6.9 Inerzie strutturali

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

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

4.6.10 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.

4.6.11 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 _Z [kN]	F _X [kN]	F _Y [kN]	b _{ix} [m]	b _{iy} [m]	b _{iz} [m]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
Paraghiaia	g1	320			0.00	0.00	1.30	0	0
Rinterro	g3		0		0.00	0.00	0.87	0	0
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.60	0	468
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	1.30	0	0

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z [kN]	F _X [kN]	F _Y [kN]	b _{ix} [m]	b _{iy} [m]	b _{iz} [m]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
Paraghiaia	g1	320	0	0	-0.90		10.30	0	-288
Muro frontale	g1	7376	0	0			4.50	0	0
Totale Permanenti		7695	0	0				0	-288
Rinterro	g3		0	0			3.87	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0	0			5.80	0	0

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z [kN]	F _X [kN]	F _Y [kN]	b _{ix} [m]	b _{iy} [m]	b _{iz} [m]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
Paraghiaia	g1	320			3.00	0.00	12.30	0	959
Muro frontale	g1	7376			3.90	0.00	6.50	0	28764
Plinto	g1	10440			0.00	0.00	1.00	0	0
Soletta		3575	0.00	0.00	-1.20	0.00	12.60	0	-4290
Muro posteriore		2490	0.00	0.00	-5.60	0.00	7.00	0	-13944
Muri andatori	g1	6635			-1.60	0.00	7.80	0	-10616
Totale Permanenti		30836						0	874
Rinterro	g3	0			-1.60	0.00	7.80	0	0
Ricop. Plinto	g3	0			1.60	0.00	2.50	0	0
Sovr. acc. sul rilevato		2165			-1.60	0.00	13.60	0	-3464

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

Rinterro	g3		0		-1.60	0.00	4.53	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	6.80	0	0

➤ Fase sismica

Paraghiaia:

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	320			0.00	0.00	1.30	0	0
Rinterro	g3		0		0.00	0.00	0.87	0	0
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.60	0	468
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	1.30	0	0

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	64	0	0.00	0.00	1.30	0	83
Rinterro	Inerzia		0				1.30	0	0
	Sovrappinta		0				0.87	0	0
Rinterro [totale]			0					0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	1.30	0	0
Totale generale			64					0	83

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	64	0.00	0.00	1.30	83	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	32	0	0	0.00	0.00	1.30	0	0

Muro frontale:

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	320	0	0	-0.90		10.30	0	-288
Muro frontale	g1	7376	0	0			4.50	0	0
Totale Permanenti		7695	0	0				0	-288
Rinterro	g3		0	0			3.87	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			773	0			5.80	0	4485

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		64		-0.90	0.00	10.30	0	656
Muro frontale	q6		1468		0.00	0.00	4.50	0	6607
Rinterro	Inerzia		0				5.80	0	0
	Sovraspinta		0				3.87	0	0
Rinterro [totale]			0					0	0
Sovr. acc. sul rilevato			773				5.80	0	4485
Totale generale			2305					0	11748

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			64	-0.90	0.00	10.30	656	0
Muro frontale	q6			1468	0.00	0.00	4.50	6607	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				1532				7263	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	32			-0.90	0.00	10.30	0	-29
Muro frontale	q6	734			0.00	0.00	4.50	0	0
Totale generale		766						0	-29

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	320			3.00	0.00	12.30	0	959
Muro frontale	g1	7376			3.90	0.00	6.50	0	28764
Plinto	g1	10440			0.00	0.00	1.00	0	0
Soletta		3575			-1.20		12.60	0	-4290
Muro posteriore		2490			-5.60		7.00	0	-13944
Muri andatori	g1	6635			-1.60	0.00	7.80	0	-10616
Totale Permanenti		30836						0	874
Rinterro	g3	0			-1.60	0.00	7.80	0	0
Ricop. Plinto	g3	0			1.60	0.00	2.50	0	0
Sovr. acc. sul rilevato		2165			-1.60	0.00	13.60	0	-3464

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

Rinterro	g3		0		-1.60	0.00	4.53	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	6.80	0	0

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		64		3.00	0.00	12.30	0	783
Muro frontale	q _s		1468		3.90	0.00	6.50	0	9543
Plinto	q _s		2078		0.00	0.00	1.00	0	2078
Soletta			712		-1.20	0.00	12.60	0	8967
Muro posteriore			496		-5.60	0.00	7.00	0	3470
Muri andatori	q _s		1321		-1.60	0.00	7.80	0	10302
Rinterro	Inerzia		0		-1.60	0.00	7.80	0	0
	Sovraspinta		0		-1.60	0.00	4.53	0	0
Rinterro [totale]			0				7.80	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		-1.60		7.80	0	0
Totale generale			6138						35144

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			64	3.00	0.00	12.30	783	0
Muro frontale	q _s			1468	3.90	0.00	6.50	9543	0
Plinto	q _s			2078	0.00	0.00	1.00	2078	0
Soletta				712	-1.20	0.00	12.60	8967	0
Muro posteriore				496	-5.60	0.00	7.00	3470	0
Muri andatori	q _s			1321	-1.60	0.00	7.80	10302	0
Rinterro	Inerzia			0	0.00		7.80	0	0
	Sovraspinta			0			4.53	0	0
Rinterro [totale]				0			7.80	0	0
Sovr. acc. sul rilevato				0	-1.60		13.60	0	0
Totale generale				6138				35144	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	32			3.00	0.00	12.30	0.00	95
Muro frontale	q _s	734			3.90	0.00	6.50	0.00	2863
Plinto	q _s	1039			0.00	0.00	1.00	0.00	0
Soletta		356			-1.20	0.00	12.60	0.00	-427
Muro posteriore		248			-5.60	0.00	7.00	0.00	-1388
Muri andatori	q _s	660			-1.60	0.00	7.80	0.00	-1057
Rinterro	q _s	0			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	0			1.60	0.00	2.50	0.00	0
Totale generale		3069						0.00	87



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	31 di 67

4.7 Sollecitazioni

4.7.1 Muro paraghiaia

Dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica 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	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.1	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.1	665	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - Vento ponte scarico	320	0	0	0	0
A2 - SLU - N max gr.1	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.1	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.1	665	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.2	665	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.3	665	207	0	0	538
A2 - SLU - Vento ponte scarico	320	0	0	0	0
A1 - SLU - N max gr.1	837	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.1	837	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.1	837	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.2	837	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.2	837	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.2	837	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.3	837	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.3	837	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.3	837	243	0	0	632
A1 - SLU - Vento ponte scarico	837	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.1	725	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.1	725	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.1	725	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.2	725	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.2	725	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.2	725	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.3	725	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.3	725	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.3	725	243	0	0	632
A1 - SLU - Vento ponte scarico	320	0	0	0	0
SLE Rara - N max gr.1	620	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.1	620	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.1	620	180	0	0	468
SLE Rara - N max gr.2	620	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.2	620	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.2	620	180	0	0	468
SLE Rara - N max gr.3	620	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.3	620	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.3	620	180	0	0	468
SLE Rara - Vento ponte scarico	320	0	0	0	0
SLE Freq. - N max gr.1	545	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.1	545	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.1	545	135	0	0	351
SLE Freq. - N max gr.2	545	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.2	545	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.2	545	135	0	0	351
SLE Freq. - N max gr.3	545	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.3	545	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.3	545	135	0	0	351
SLE Freq. - Vento ponte scarico	320	0	0	0	0
SLE Q.P. - ML max gr.3	620	180	0	0	468
SLV -dir.X 1	389	100	19	25	176
SLV -dir.X 2	370	100	19	25	176
SLV -dir.Y 1	389	55	64	83	118
SLV -dir.Y 2	370	55	64	83	118
SLV -dir.Z+	412	55	19	25	118
SLV -dir.Z-	348	55	19	25	118

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	33 di 67

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	13496	200	326	6044	3328
A2 - SLU - MT max gr.1	13021	200	326	10328	3186
A2 - SLU - ML max gr.1	11121	200	326	4433	2616
A2 - SLU - N max gr.2	12762	200	326	5560	3108
A2 - SLU - MT max gr.2	12476	200	326	8283	3022
A2 - SLU - ML max gr.2	11121	200	326	4433	2616
A2 - SLU - N max gr.3	12762	200	326	5560	3108
A2 - SLU - MT max gr.3	12476	200	326	8283	3022
A2 - SLU - ML max gr.3	11121	200	326	4433	2616
A2 - SLU - Vento ponte scarico	11121	123	245	3576	1895
A2 - SLU - N max gr.1	13222	171	298	5696	2980
A2 - SLU - MT max gr.1	12747	171	298	9979	2837
A2 - SLU - ML max gr.1	10847	171	298	4084	2267
A2 - SLU - N max gr.2	12489	171	298	5211	2760
A2 - SLU - MT max gr.2	12202	171	298	7935	2674
A2 - SLU - ML max gr.2	10847	171	298	4084	2267
A2 - SLU - N max gr.3	12489	171	298	5211	2760
A2 - SLU - MT max gr.3	12202	171	298	7935	2674
A2 - SLU - ML max gr.3	10847	171	298	4084	2267
A2 - SLU - Vento ponte scarico	10847	95	217	3228	1547
A1 - SLU - N max gr.1	17568	232	378	7153	3945
A1 - SLU - MT max gr.1	17011	232	378	12181	3777
A1 - SLU - ML max gr.1	14781	232	378	5261	3108
A1 - SLU - N max gr.2	16707	232	378	6584	3686
A1 - SLU - MT max gr.2	16371	232	378	9781	3585
A1 - SLU - ML max gr.2	14781	232	378	5261	3108
A1 - SLU - N max gr.3	16707	232	378	6584	3686
A1 - SLU - MT max gr.3	16371	232	378	9781	3585
A1 - SLU - ML max gr.3	14781	232	378	5261	3108
A1 - SLU - Vento ponte scarico	14781	232	373	5104	3108
A1 - SLU - N max gr.1	13635	185	330	6336	3229
A1 - SLU - MT max gr.1	13078	185	330	11365	3062
A1 - SLU - ML max gr.1	10847	185	330	4445	2393
A1 - SLU - N max gr.2	12774	185	330	5768	2971
A1 - SLU - MT max gr.2	12774	185	330	5768	2971
A1 - SLU - ML max gr.2	12438	185	330	8965	2870
A1 - SLU - N max gr.3	10847	185	330	4445	2393
A1 - SLU - MT max gr.3	12774	185	330	5768	2971
A1 - SLU - ML max gr.3	12438	185	330	8965	2870
A1 - SLU - Vento ponte scarico	10847	185	330	4445	2393
SLE Rara - N max gr.1	10847	95	236	3442	1547
SLE Rara - MT max gr.1	12912	161	258	5038	2793
SLE Rara - ML max gr.1	12499	161	258	8763	2669
SLE Rara - N max gr.2	10847	161	258	3637	2173
SLE Rara - MT max gr.2	12275	161	258	4618	2601
SLE Rara - ML max gr.2	12026	161	258	6986	2527
SLE Rara - N max gr.3	10847	161	258	3637	2173
SLE Rara - MT max gr.3	12275	161	258	4618	2601
SLE Rara - ML max gr.3	12026	161	258	6986	2527
SLE Rara - Vento ponte scarico	10847	161	258	3637	2173
SLE Freq. - N max gr.1	12396	145	145	3355	2481
SLE Freq. - MT max gr.1	12086	145	145	6149	2388
SLE Freq. - ML max gr.1	10847	145	145	2304	2017
SLE Freq. - N max gr.2	11918	145	145	3040	2338
SLE Freq. - MT max gr.2	11731	145	145	4816	2282
SLE Freq. - ML max gr.2	10847	145	145	2304	2017
SLE Freq. - N max gr.3	11918	145	145	3040	2338
SLE Freq. - MT max gr.3	11731	145	145	4816	2282
SLE Freq. - ML max gr.3	10847	145	145	2304	2017
SLE Freq. - Vento ponte scarico	10847	95	113	2049	1547
SLE Q.P. - ML max gr.3	10847	161	161	2461	2173
SLV -dir.X_1	11184	1794	782	6719	9855
SLV -dir.X_2	10510	1794	782	6627	9808
SLV -dir.Y_1	11515	722	2356	18741	4871
SLV -dir.Y_2	10841	722	2356	18649	4823
SLV -dir.Z+	12384	722	782	7106	4950
SLV -dir.Z-	10136	722	782	6800	4793

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 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	39125	200	326	6696	23527
A2 - SLU - MT max gr.1	38650	200	326	10979	21532
A2 - SLU - ML max gr.1	36751	200	326	5085	13553
A2 - SLU - N max gr.2	38392	200	326	6212	20447
A2 - SLU - MT max gr.2	38106	200	326	8935	19244
A2 - SLU - ML max gr.2	36751	200	326	5085	13553
A2 - SLU - N max gr.3	38392	200	326	6212	20447
A2 - SLU - MT max gr.3	38106	200	326	8935	19244
A2 - SLU - ML max gr.3	36751	200	326	5085	13553
A2 - SLU - Vento ponte scarico	34261	123	245	4067	16662
A2 - SLU - N max gr.1	38852	171	298	6291	22055
A2 - SLU - MT max gr.1	38377	171	298	10574	20060
A2 - SLU - ML max gr.1	36477	171	298	4679	12081
A2 - SLU - N max gr.2	38118	171	298	5807	18974
A2 - SLU - MT max gr.2	37832	171	298	8530	17772
A2 - SLU - ML max gr.2	36477	171	298	4679	12081
A2 - SLU - N max gr.3	38118	171	298	5807	18974
A2 - SLU - MT max gr.3	37832	171	298	8530	17772
A2 - SLU - ML max gr.3	36477	171	298	4679	12081
A2 - SLU - Vento ponte scarico	33988	95	217	3661	15190
A1 - SLU - N max gr.1	51730	232	378	7908	29301
A1 - SLU - MT max gr.1	51173	232	378	12936	26959
A1 - SLU - ML max gr.1	48942	232	378	6016	17593
A1 - SLU - N max gr.2	50869	232	378	7340	25685
A1 - SLU - MT max gr.2	50533	232	378	10537	24273
A1 - SLU - ML max gr.2	48942	232	378	6016	17593
A1 - SLU - N max gr.3	50869	232	378	7340	25685
A1 - SLU - MT max gr.3	50533	232	378	10537	24273
A1 - SLU - ML max gr.3	48942	232	378	6016	17593
A1 - SLU - Vento ponte scarico	48942	232	373	5850	17593
A1 - SLU - N max gr.1	39698	185	330	6997	23248
A1 - SLU - MT max gr.1	39140	185	330	12025	20907
A1 - SLU - ML max gr.1	36910	185	330	5105	11540
A1 - SLU - N max gr.2	38837	185	330	6429	19632
A1 - SLU - MT max gr.2	38837	185	330	6429	19632
A1 - SLU - ML max gr.2	38501	185	330	9626	18221
A1 - SLU - N max gr.3	36910	185	330	5105	11540
A1 - SLU - MT max gr.3	38837	185	330	6429	19632
A1 - SLU - ML max gr.3	38501	185	330	9626	18221
A1 - SLU - Vento ponte scarico	33988	185	330	5105	16216
SLE Rara - N max gr.1	36152	95	236	3913	11726
SLE Rara - MT max gr.1	38217	161	258	5555	21159
SLE Rara - ML max gr.1	37804	161	258	9280	19425
SLE Rara - N max gr.2	36152	161	258	4154	12486
SLE Rara - MT max gr.2	37580	161	258	5134	18481
SLE Rara - ML max gr.2	37331	161	258	7502	17435
SLE Rara - N max gr.3	36152	161	258	4154	12486
SLE Rara - MT max gr.3	37580	161	258	5134	18481
SLE Rara - ML max gr.3	37331	161	258	7502	17435
SLE Rara - Vento ponte scarico	33988	161	258	4154	15950
SLE Freq. - N max gr.1	37160	145	145	3645	19667
SLE Freq. - MT max gr.1	36850	145	145	6438	18366
SLE Freq. - ML max gr.1	35611	145	145	2594	13162
SLE Freq. - N max gr.2	36682	145	145	3329	17658
SLE Freq. - MT max gr.2	36495	145	145	5105	16874
SLE Freq. - ML max gr.2	35611	145	145	2594	13162
SLE Freq. - N max gr.3	36682	145	145	3329	17658
SLE Freq. - MT max gr.3	36495	145	145	5105	16874
SLE Freq. - ML max gr.3	35611	145	145	2594	13162
SLE Freq. - Vento ponte scarico	33988	95	113	2276	15190
SLE Q.P. - ML max gr.3	36152	161	161	2784	12486
SLV -dir.X 1	35449	6246	2164	15728	50270
SLV -dir.X 2	33392	6246	2164	15637	49316
SLV -dir.Y 1	35779	1949	6962	48270	27057
SLV -dir.Y 2	33723	1949	6962	48178	26103
SLV -dir.Z+	38261	1949	2164	16116	28517
SLV -dir.Z-	31406	1949	2164	15810	25336

Tabella 5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
AI - SLU - N max gr.1	51730	232	378	7908	29301	5300	3321	37
AI - SLU - MT max gr.1	51173	232	378	12936	26959	5301	3228	37
AI - SLU - ML max gr.1	48942	232	378	6016	17593	4701	3456	37
AI - SLU - N max gr.2	50869	232	378	7340	25685	5116	3363	37
AI - SLU - MT max gr.2	50533	232	378	10537	24273	5119	3303	37
AI - SLU - ML max gr.2	48942	232	378	6016	17593	4701	3456	37
AI - SLU - N max gr.3	50869	232	378	7340	25685	5116	3363	37
AI - SLU - MT max gr.3	50533	232	378	10537	24273	5119	3303	37
AI - SLU - ML max gr.3	48942	232	378	6016	17593	4701	3456	37
AI - SLU - Vento ponte scarico	48942	232	373	5850	17593	4697	3460	37
AI - SLU - N max gr.1	39698	185	330	6997	23248	4109	2507	32
AI - SLU - MT max gr.1	39140	185	330	12025	20907	4110	2414	32
AI - SLU - ML max gr.1	36910	185	330	5105	11540	3510	2642	32
AI - SLU - N max gr.2	38837	185	330	6429	19632	3925	2548	32
AI - SLU - MT max gr.2	38837	185	330	6429	19632	3925	2548	32
AI - SLU - ML max gr.2	38501	185	330	9626	18221	3928	2488	32
AI - SLU - N max gr.3	36910	185	330	5105	11540	3510	2642	32
AI - SLU - MT max gr.3	38837	185	330	6429	19632	3925	2548	32
AI - SLU - ML max gr.3	38501	185	330	9626	18221	3928	2488	32
AI - SLU - Vento ponte scarico	33988	185	330	5105	16216	3396	2268	32

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

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	35449	6246	2164	15728	50270	4700	1208	551
SLV -dir.X 2	33392	6246	2164	15637	49316	4500	1065	551
SLV -dir.Y 1	35779	1949	6962	48270	27057	4806	1157	602
SLV -dir.Y 2	33723	1949	6962	48178	26103	4606	1015	602
SLV -dir.Z+	38261	1949	2164	16116	28517	4339	2038	243
SLV -dir.Z-	31406	1949	2164	15810	25336	3672	1562	243

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

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	36152	95	236	3913	11726	3605	2526	21
SLE Rara - MT max gr.1	38217	161	258	5555	21159	4193	2326	25
SLE Rara - ML max gr.1	37804	161	258	9280	19425	4245	2306	25
SLE Rara - N max gr.2	36152	161	258	4154	12486	3643	2494	25
SLE Rara - MT max gr.2	37580	161	258	5134	18481	4024	2378	25
SLE Rara - ML max gr.2	37331	161	258	7502	17435	4060	2364	25
SLE Rara - N max gr.3	36152	161	258	4154	12486	3643	2494	25
SLE Rara - MT max gr.3	37580	161	258	5134	18481	4024	2378	25
SLE Rara - ML max gr.3	37331	161	258	7502	17435	4060	2364	25
SLE Rara - Vento ponte scarico	33988	161	258	4154	15950	3591	2186	25

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 40x1230 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/20$ (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 ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	39 di 67

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/cm²
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	1230.0
3	40.0	1230.0
4	40.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.0	8.0	16
2	8.0	1222.0	16
3	32.0	1222.0	16
4	32.0	8.0	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	60	20
2	3	4	60	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.

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	40 di 67

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
				Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x
1	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
2	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
3	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
4	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
5	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
6	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
7	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
8	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
9	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
10	837.00	0.00	632.00	0.00	243.00
11	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
12	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
13	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
14	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
15	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
16	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
17	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
18	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
19	725.00	0.00	632.00	0.00	243.00
20	320.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	389.00	25.00	176.00	19.00	100.00
22	370.00	25.00	176.00	19.00	100.00
23	389.00	83.00	118.00	64.00	55.00
24	370.00	83.00	118.00	64.00	55.00
25	412.00	25.00	118.00	19.00	55.00
26	348.00	25.00	118.00	19.00	55.00

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	620.00	0.00	468.00
2	620.00	0.00	468.00
3	620.00	0.00	468.00
4	620.00	0.00	468.00
5	620.00	0.00	468.00
6	620.00	0.00	468.00
7	620.00	0.00	468.00
8	620.00	0.00	468.00
9	620.00	0.00	468.00
10	320.00	0.00	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)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	41 di 67

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
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	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
2	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
3	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
4	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
5	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
6	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
7	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
8	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
9	545.00	0.00 (0.00)	351.00 (1264.21)
10	320.00	0.00 (0.00)	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	620.00	0.00 (0.00)	468.00 (1243.51)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.9 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 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	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
2	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
3	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
4	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
5	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
6	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
7	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
8	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	42 di 67

9	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
10	S	837.00	0.00	632.00	837.03	0.12	2527.17	3.99	317.2(88.1)
11	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
12	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
13	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
14	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
15	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
16	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
17	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
18	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
19	S	725.00	0.00	632.00	724.87	0.12	2512.04	3.96	317.2(88.1)
20	S	320.00	0.00	0.00	320.03	5.28	2457.59	999.00	317.2(88.1)
21	S	389.00	25.00	176.00	388.79	349.67	2482.02	14.01	317.2(88.1)
22	S	370.00	25.00	176.00	370.00	344.64	2479.23	14.00	317.2(88.1)
23	S	389.00	83.00	118.00	388.80	1728.33	2471.44	20.77	317.2(88.1)
24	S	370.00	83.00	118.00	370.04	1721.39	2468.98	20.74	317.2(88.1)
25	S	412.00	25.00	118.00	412.18	512.17	2485.56	20.84	317.2(88.1)
26	S	348.00	25.00	118.00	347.79	516.18	2476.80	20.81	317.2(88.1)

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	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
2	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
3	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
4	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
5	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
6	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
7	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
8	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
9	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
10	0.00350	0.188	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01514	8.0	8.0
11	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
12	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
13	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
14	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
15	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
16	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
17	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
18	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
19	0.00350	0.187	40.0	1230.0	-0.00118	32.0	1222.0	-0.01523	8.0	8.0
20	0.00350	0.184	40.0	1230.0	-0.00126	32.0	1222.0	-0.01556	8.0	8.0
21	0.00350	0.184	40.0	1230.0	-0.00122	32.0	1222.0	-0.01550	8.0	8.0
22	0.00350	0.184	40.0	1230.0	-0.00122	32.0	1222.0	-0.01551	8.0	8.0
23	0.00350	0.186	40.0	1230.0	-0.00115	32.0	1222.0	-0.01529	8.0	8.0
24	0.00350	0.186	40.0	1230.0	-0.00116	32.0	1222.0	-0.01531	8.0	8.0
25	0.00350	0.185	40.0	1230.0	-0.00120	32.0	1222.0	-0.01546	8.0	8.0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	43 di 67

26 0.00350 0.184 40.0 1230.0 -0.00122 32.0 1222.0 -0.01551 8.0 8.0

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	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
2	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
3	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
4	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
5	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
6	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
7	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
8	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
9	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
10	0.000582490	0.000000000	-0.019799646	0.188	0.700
11	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
12	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
13	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
14	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
15	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
16	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
17	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
18	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
19	0.000585352	0.000000000	-0.019914118	0.187	0.700
20	0.000595486	0.000000002	-0.020321490	0.184	0.700
21	0.000589483	0.000000111	-0.020215341	0.184	0.700
22	0.000590014	0.000000109	-0.020234618	0.184	0.700
23	0.000581286	0.000000153	-0.019940061	0.186	0.700
24	0.000581813	0.000000153	-0.019960915	0.186	0.700
25	0.000587919	0.000000122	-0.020167341	0.185	0.700
26	0.000589497	0.000000123	-0.020230965	0.184	0.700

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

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	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
2	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
3	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
4	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
5	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
6	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
7	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
8	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
9	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	44 di 67

10	S	243.00	2629.86	32.0	1230.0	0.0081	0.17
11	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
12	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
13	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
14	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
15	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
16	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
17	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
18	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
19	S	243.00	2616.42	32.0	1230.0	0.0081	0.15
20	S	0.00	2567.82	32.0	1230.0	0.0081	0.07
21	S	100.00	2576.11	32.0	1230.0	0.0081	0.08
22	S	100.00	2573.83	32.0	1230.0	0.0081	0.08
23	S	55.02	2576.12	32.0	1230.0	0.0081	0.08
24	S	55.02	2573.84	32.0	1230.0	0.0081	0.08
25	S	55.00	2578.88	32.0	1230.0	0.0081	0.08
26	S	55.00	2571.20	32.0	1230.0	0.0081	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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
2	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
3	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
4	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
5	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
6	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
7	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
8	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
9	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5
10	S	0.06	40.0	0.0	0.9	8.0	1202.1	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	45 di 67

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
2	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
3	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
4	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
5	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
6	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
7	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
8	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
9	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	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	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
2	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
3	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
4	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
5	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
6	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
7	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
8	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
9	S	1.92	40.0	0.0	-49.6	8.0	1222.0	11685	192.5
10	S	0.06	40.0	0.0	0.9	8.0	1202.1	----	----

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	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
2	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
3	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
4	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
5	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
6	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
7	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
8	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
9	S	-0.00035	0	0.500	19.9	72	0.00015 (0.00015)	450	0.067 (0.20)	0.00	1264.21
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.56	40.0	1230.0	-68.9	8.0	226.9	11685	192.5

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00048	0	0.500	19.9	70	0.00021 (0.00021)	443	0.092 (0.20)	0.00	1243.51

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 220x1230 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/20$ (lato controterra)

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

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20 + \phi 20/20$ (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 $9\phi 10/mq$ per metro di sezione.

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 ²
	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 ²	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	47 di 67

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	1230.0
3	220.0	1230.0
4	220.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	1221.0	26
3	211.0	1221.0	26
4	211.0	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	120	26
2	3	4	120	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 11.1 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
----------	---	----	----	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	48 di 67

1	17568.41	7152.75	3944.58	377.63	231.83
2	17010.86	12181.02	3777.31	377.63	231.83
3	14780.66	5260.99	3108.25	377.63	231.83
4	16707.44	6584.43	3686.29	377.63	231.83
5	16371.29	9781.40	3585.45	377.63	231.83
6	14780.66	5260.99	3108.25	377.63	231.83
7	16707.44	6584.43	3686.29	377.63	231.83
8	16371.29	9781.40	3585.45	377.63	231.83
9	14780.66	5260.99	3108.25	377.63	231.83
10	14780.66	5104.21	3108.25	372.83	231.83
11	13635.05	6336.31	3228.88	330.35	184.55
12	13077.50	11364.59	3061.62	330.35	184.55
13	10847.30	4444.56	2392.56	330.35	184.55
14	12774.09	5768.00	2970.60	330.35	184.55
15	12774.09	5768.00	2970.60	330.35	184.55
16	12437.94	8964.97	2869.75	330.35	184.55
17	10847.30	4444.56	2392.56	330.35	184.55
18	12774.09	5768.00	2970.60	330.35	184.55
19	12437.94	8964.97	2869.75	330.35	184.55
20	10847.30	4444.56	2392.56	330.35	184.55
21	11184.47	6718.76	9855.20	782.22	1794.41
22	10510.13	6627.04	9807.96	782.22	1794.41
23	11514.87	18741.21	4870.51	2355.66	722.11
24	10840.53	18649.49	4823.26	2355.66	722.11
25	12384.19	7106.02	4950.41	782.22	722.11
26	10136.41	6800.29	4792.93	782.22	722.11

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	10847.00	3442.00	1547.00
2	12912.00	5038.00	2793.00
3	12499.00	8763.00	2669.00
4	10847.00	3637.00	2173.00
5	12275.00	4618.00	2601.00
6	12026.00	6986.00	2527.00
7	10847.00	3637.00	2173.00
8	12275.00	4618.00	2601.00
9	12026.00	6986.00	2527.00
10	10847.00	3637.00	2173.00

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
---------	---	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	49 di 67

1	12396.00	3355.00 (0.00)	2481.00 (1264.21)
2	12086.00	6149.00 (0.00)	2388.00 (1264.21)
3	10847.00	2304.00 (0.00)	2017.00 (1264.21)
4	11918.00	3040.00 (0.00)	2338.00 (1264.21)
5	11731.00	4816.00 (0.00)	2282.00 (1264.21)
6	10847.00	2304.00 (0.00)	2017.00 (1264.21)
7	11918.00	3040.00 (0.00)	2338.00 (1264.21)
8	11731.00	4816.00 (0.00)	2282.00 (1264.21)
9	10847.00	2304.00 (0.00)	2017.00 (1264.21)
10	10847.00	2049.00 (0.00)	1547.00 (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	10847.30	2461.07 (0.00)	2173.25 (1243.51)

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 [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	17568.41	7152.75	3944.58	17568.42	122843.21	68206.94	17.201295.5(811.8)	
2	S	17010.86	12181.02	3777.31	17011.01	208896.74	63705.09	17.121295.5(811.8)	
3	S	14780.66	5260.99	3108.25	14780.69	110885.77	65846.88	21.101295.5(811.8)	
4	S	16707.44	6584.43	3686.29	16707.17	119439.07	67479.65	18.181295.5(811.8)	
5	S	16371.29	9781.40	3585.45	16371.32	178657.06	64886.20	18.251295.5(811.8)	
6	S	14780.66	5260.99	3108.25	14780.69	110885.77	65846.88	21.101295.5(811.8)	
7	S	16707.44	6584.43	3686.29	16707.17	119439.07	67479.65	18.181295.5(811.8)	
8	S	16371.29	9781.40	3585.45	16371.32	178657.06	64886.20	18.251295.5(811.8)	
9	S	14780.66	5260.99	3108.25	14780.69	110885.77	65846.88	21.101295.5(811.8)	
10	S	14780.66	5104.21	3108.25	14780.45	108131.87	65911.26	21.191295.5(811.8)	
11	S	13635.05	6336.31	3228.88	13635.11	127123.12	64316.58	20.031295.5(811.8)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	50 di 67

12	S	13077.50	11364.59	3061.62	13077.64	217189.41	59283.83	19.131295.5(811.8)
13	S	10847.30	4444.56	2392.56	10847.44	115671.41	61922.59	25.991295.5(811.8)
14	S	12774.09	5768.00	2970.60	12774.18	123249.75	63595.63	21.381295.5(811.8)
15	S	12774.09	5768.00	2970.60	12774.18	123249.75	63595.63	21.381295.5(811.8)
16	S	12437.94	8964.97	2869.75	12437.98	189341.04	60610.95	21.121295.5(811.8)
17	S	10847.30	4444.56	2392.56	10847.44	115671.41	61922.59	25.991295.5(811.8)
18	S	12774.09	5768.00	2970.60	12774.18	123249.75	63595.63	21.381295.5(811.8)
19	S	12437.94	8964.97	2869.75	12437.98	189341.04	60610.95	21.121295.5(811.8)
20	S	10847.30	4444.56	2392.56	10847.44	115671.41	61922.59	25.991295.5(811.8)
21	S	11184.47	6718.76	9855.20	11184.38	42921.70	63260.27	6.411295.5(811.8)
22	S	10510.13	6627.04	9807.96	10510.22	42322.84	62589.81	6.381295.5(811.8)
23	S	11514.87	18741.21	4870.51	11515.13	219856.27	57491.21	11.741295.5(811.8)
24	S	10840.53	18649.49	4823.26	10840.54	219143.90	56873.66	11.751295.5(811.8)
25	S	12384.19	7106.02	4950.41	12384.17	91400.65	63916.90	12.881295.5(811.8)
26	S	10136.41	6800.29	4792.93	10136.50	86841.21	61782.12	12.811295.5(811.8)

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	220.0	1230.0	0.00269	211.0	1221.0	-0.01842	9.0	9.0
2	0.00350	220.0	1230.0	0.00304	211.0	1221.0	-0.01166	9.0	9.0
3	0.00350	220.0	1230.0	0.00258	211.0	1221.0	-0.02082	9.0	9.0
4	0.00350	220.0	1230.0	0.00266	211.0	1221.0	-0.01906	9.0	9.0
5	0.00350	220.0	1230.0	0.00294	211.0	1221.0	-0.01339	9.0	9.0
6	0.00350	220.0	1230.0	0.00258	211.0	1221.0	-0.02082	9.0	9.0
7	0.00350	220.0	1230.0	0.00266	211.0	1221.0	-0.01906	9.0	9.0
8	0.00350	220.0	1230.0	0.00294	211.0	1221.0	-0.01339	9.0	9.0
9	0.00350	220.0	1230.0	0.00258	211.0	1221.0	-0.02082	9.0	9.0
10	0.00350	220.0	1230.0	0.00256	211.0	1221.0	-0.02124	9.0	9.0
11	0.00350	220.0	1230.0	0.00268	211.0	1221.0	-0.01882	9.0	9.0
12	0.00350	220.0	1230.0	0.00307	211.0	1221.0	-0.01155	9.0	9.0
13	0.00350	220.0	1230.0	0.00257	211.0	1221.0	-0.02127	9.0	9.0
14	0.00350	220.0	1230.0	0.00264	211.0	1221.0	-0.01957	9.0	9.0
15	0.00350	220.0	1230.0	0.00264	211.0	1221.0	-0.01957	9.0	9.0
16	0.00350	220.0	1230.0	0.00297	211.0	1221.0	-0.01311	9.0	9.0
17	0.00350	220.0	1230.0	0.00257	211.0	1221.0	-0.02127	9.0	9.0
18	0.00350	220.0	1230.0	0.00264	211.0	1221.0	-0.01957	9.0	9.0
19	0.00350	220.0	1230.0	0.00297	211.0	1221.0	-0.01311	9.0	9.0
20	0.00350	220.0	1230.0	0.00257	211.0	1221.0	-0.02127	9.0	9.0
21	0.00350	220.0	1230.0	0.00178	211.0	1221.0	-0.03831	9.0	9.0
22	0.00350	220.0	1230.0	0.00175	211.0	1221.0	-0.03900	9.0	9.0
23	0.00350	220.0	1230.0	0.00308	211.0	1221.0	-0.01153	9.0	9.0
24	0.00350	220.0	1230.0	0.00307	211.0	1221.0	-0.01160	9.0	9.0
25	0.00350	220.0	1230.0	0.00238	211.0	1221.0	-0.02512	9.0	9.0
26	0.00350	220.0	1230.0	0.00230	211.0	1221.0	-0.02715	9.0	9.0

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	51 di 67

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	0.000087507	0.000002828	-0.019229514	----	----
2	0.000046837	0.000004321	-0.012119284	----	----
3	0.000099571	0.000002708	-0.021736098	----	----
4	0.000090753	0.000002797	-0.019906355	----	----
5	0.000057944	0.000003824	-0.013950838	----	----
6	0.000099571	0.000002708	-0.021736098	----	----
7	0.000090753	0.000002797	-0.019906355	----	----
8	0.000057944	0.000003824	-0.013950838	----	----
9	0.000099571	0.000002708	-0.021736098	----	----
10	0.000101845	0.000002660	-0.022178089	----	----
11	0.000088242	0.000003029	-0.019639254	----	----
12	0.000043527	0.000004803	-0.011984123	----	----
13	0.000100537	0.000002912	-0.022199719	----	----
14	0.000092023	0.000002989	-0.020421440	----	----
15	0.000092023	0.000002989	-0.020421440	----	----
16	0.000054192	0.000004235	-0.013631438	----	----
17	0.000100537	0.000002912	-0.022199719	----	----
18	0.000092023	0.000002989	-0.020421440	----	----
19	0.000054192	0.000004235	-0.013631438	----	----
20	0.000100537	0.000002912	-0.022199719	----	----
21	0.000190238	0.000001365	-0.040031162	----	----
22	0.000193550	0.000001357	-0.040749507	----	----
23	0.000042119	0.000005028	-0.011950147	----	----
24	0.000042143	0.000005081	-0.012020825	----	----
25	0.000121681	0.000002415	-0.026240410	----	----
26	0.000131500	0.000002374	-0.028350248	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 11.1 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di 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.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	243.91	83520.18	1797.93211.9	202.9	1227.4	2.500	1.035	1.2	9.1(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	52 di 67

2	S	265.54	53638.84	1746.83211.7	197.2	812.2	2.500	1.033	1.4	9.1(0.0)
3	S	242.01	83388.80	1803.74212.6	203.6	1228.0	2.500	1.029	1.2	9.1(0.0)
4	S	243.36	83460.81	1799.74212.1	203.1	1227.3	2.500	1.033	1.2	9.1(0.0)
5	S	256.19	61141.98	1768.23211.4	199.6	915.7	2.500	1.032	1.3	9.1(0.0)
6	S	242.01	83388.80	1803.74212.6	203.6	1228.0	2.500	1.029	1.2	9.1(0.0)
7	S	243.36	83460.81	1799.74212.1	203.1	1227.3	2.500	1.033	1.2	9.1(0.0)
8	S	256.19	61141.98	1768.23211.4	199.6	915.7	2.500	1.032	1.3	9.1(0.0)
9	S	242.01	83388.80	1803.74212.6	203.6	1228.0	2.500	1.029	1.2	9.1(0.0)
10	S	241.49	83404.10	1804.21212.6	203.6	1227.9	2.500	1.029	1.2	9.1(0.0)
11	S	195.78	78158.24	1801.01212.3	203.3	1155.2	2.500	1.027	1.0	9.1(0.0)
12	S	219.67	47781.80	1740.05211.9	196.4	731.8	2.500	1.026	1.1	9.1(0.0)
13	S	194.04	81277.56	1809.11213.2	204.2	1202.4	2.500	1.021	1.0	9.1(0.0)
14	S	195.18	79210.93	1803.79212.6	203.6	1170.9	2.500	1.025	1.0	9.1(0.0)
15	S	195.18	79210.93	1803.79212.6	203.6	1170.9	2.500	1.025	1.0	9.1(0.0)
16	S	209.73	54686.43	1762.29211.5	198.9	828.0	2.500	1.024	1.1	9.1(0.0)
17	S	194.04	81277.56	1809.11213.2	204.2	1202.4	2.500	1.021	1.0	9.1(0.0)
18	S	195.18	79210.93	1803.79212.6	203.6	1170.9	2.500	1.025	1.0	9.1(0.0)
19	S	209.73	54686.43	1762.29211.5	198.9	828.0	2.500	1.024	1.1	9.1(0.0)
20	S	194.04	81277.56	1809.11213.2	204.2	1202.4	2.500	1.021	1.0	9.1(0.0)
21	S	1799.97	83677.20	1819.52214.4	205.4	1230.0	2.500	1.022	9.0	9.1(0.0)
22	S	1799.85	83604.05	1820.32214.5	205.5	1230.0	2.500	1.021	9.0	9.1(0.0)
23	S	996.23	45429.84	1737.00212.1	196.1	699.1	2.500	1.023	5.2	9.1(0.0)
24	S	998.88	44925.20	1737.23212.1	196.1	692.1	2.500	1.021	5.2	9.1(0.0)
25	S	737.49	83334.18	1810.33213.3	204.3	1228.3	2.500	1.024	3.7	9.1(0.0)
26	S	736.11	83192.67	1813.87213.7	204.7	1229.2	2.500	1.020	3.7	9.1(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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	0.56	220.0	1230.0	2.9	9.0	9.0	----	----
2	S	0.77	220.0	1230.0	2.1	9.0	9.0	----	----
3	S	0.81	220.0	1230.0	1.1	9.0	9.0	----	----
4	S	0.62	220.0	1230.0	2.2	9.0	9.0	----	----
5	S	0.72	220.0	1230.0	2.1	9.0	9.0	----	----
6	S	0.75	220.0	1230.0	1.5	9.0	9.0	----	----
7	S	0.62	220.0	1230.0	2.2	9.0	9.0	----	----
8	S	0.72	220.0	1230.0	2.1	9.0	9.0	----	----
9	S	0.75	220.0	1230.0	1.5	9.0	9.0	----	----
10	S	0.62	220.0	1230.0	2.2	9.0	9.0	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
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]
k2	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	53 di 67

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 Coprifero [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	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
2	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
3	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
4	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
5	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
6	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
7	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
8	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
9	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	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	0.70	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
2	S	0.72	220.0	1230.0	1.9	9.0	9.0	----	----
3	S	0.58	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
4	S	0.66	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
5	S	0.68	220.0	1230.0	2.2	9.0	9.0	----	----
6	S	0.58	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
7	S	0.66	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
8	S	0.68	220.0	1230.0	2.2	9.0	9.0	----	----
9	S	0.58	220.0	1230.0	2.7	9.0	9.0	----	----
10	S	0.54	220.0	1230.0	3.3	9.0	9.0	----	----

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	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
2	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
3	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
4	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
5	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
6	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
7	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
8	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
9	S	-0.00035	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	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	0.60	220.0	1230.0	2.4	9.0	9.0	----	----

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	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	1243.51

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 :

$$N_{\max} = 5301 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 37 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 4806 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 602 \text{ kN (CC. SLV)}$$

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_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

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

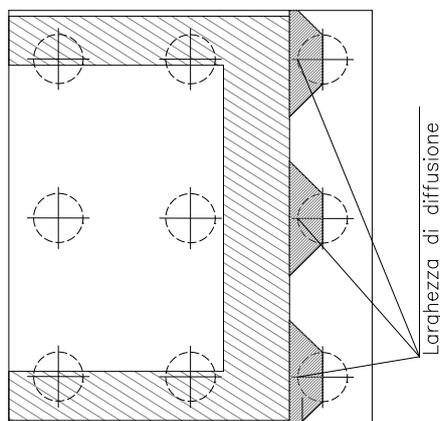
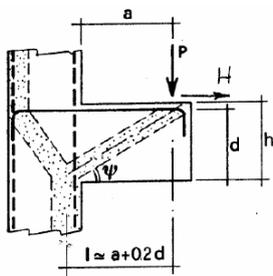


Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

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 PUNTONE.



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

P_r : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

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

P_{Rc} : 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 $P_{Rc} \geq P_{Rc}$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	56 di 67

Dati di progetto

b(m)=	2.00	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	5301.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	37.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	1.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.00	m	spessore mensola
δ(m) =	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	1.88	m	altezza utile
l(m) =	1.38	m	a+0,2d
λ =	0.81		λ=ctgψ≧1/(0,9d).

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f _{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f _{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
n° R1=	1	φ1(mm) =	20.0	p1(cm) =	10.0	θ1° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	314.16	nb tot 1 =	20.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	6283.18	A _{φ CAL} (mm ²) =	6283.18
Registro tipo	R2						
n° R2=	1	φ2(mm) =	20.0	p2(cm) =	10.0	θ2° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	314.16	nb tot 2 =	20.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	6283.18	A _{φ CAL} (mm ²) =	6283.18
Registro tipo	R3						
n° R3=	0	φ3(mm) =	24.0	p3(cm) =	10.0	θ3° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00	A _{φ CAL} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ=	0.888	rad	=	50.88	°
P _{RS} =	5996.3	KN	P _{RS} >P _{Ed} - Verifica Soddisfatta		
P _{RC} =	12764.5	KN	P _{RC} >P _{RS} - Verifica Soddisfatta		

4.9.4 Soletta

La soletta viene verificata tramite uno schema a trave incastrata, di larghezza unitaria. La luce di calcolo è presa pari alla distanza tra i muri andatori. In favore di sicurezza il carico variabile viene ipotizzato uniformemente distribuito su tutta la luce di calcolo.

Il momento agente viene valutato tramite la formula $M_{Ed} = q * L^2 / 12$

Il taglio agente viene valutato tramite la formula $T_{Ed} = q * L / 2$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	57 di 67

			kN/m	kN*m	kN	
				M	T	
G1	32.5	kN/mq	qSLU	78.38	1021	490
G2	5	kN/mq	qSLE rara	57.50	749	-
Q	20	kN/mq	q SLE fre	53.50	697	-
			qSLE qp.	37.50	488	-
L	12.50	m				
int.	1	m				

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 ²
	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 ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	58 di 67

1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	121.0	26
3	41.0	121.0	26
4	41.0	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	2	3	3	26
2	1	4	8	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	23.3 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 [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	1021.00	490.00

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	749.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	697.00 (1076.17)	0.00 (0.00)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	59 di 67

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	488.00 (1076.17)	324.00 (714.51)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 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
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
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	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	1021.00	0.00	2400.77	2.35	79.6(39.0)

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	130.0	0.00070	-41.0	121.0	-0.03421	-41.0	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	0.000000000	0.000311634	-0.037012404		

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	60 di 67

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 23.3 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale 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.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	490.00	3776.45	491.75125.5	116.5	100.0	2.500	1.000	4.3	4.3(0.0)

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [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	3.39	-50.0	130.0	-128.3	-22.8	9.0	2250	53.1

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

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	61 di 67

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00071	0	0.500	26.0	77	0.00039 (0.00039)	449	0.173 (0.20)	1076.17	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	3.15	-50.0	130.0	-119.4	-41.0	9.0	2250	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	-0.00066	0	0.500	26.0	77	0.00036 (0.00036)	449	0.161 (0.20)	1076.17	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.21	-50.0	130.0	-83.6	-31.9	9.0	2250	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	-0.00046	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	449	0.113 (0.20)	1076.17	714.51

4.9.5 Palo di fondazione $L=28.0m$

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

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 3.4$ (vedi relazione geotecnica)

$$N_{\max} = 5301 \text{ kN} \quad T = 37 \text{ kN} \quad M = 37 * 3.4 = 126 \text{ kNm}$$

$$N_{\min} = 1015 \text{ kN} \quad T = 602 \text{ kN} \quad M = 602 * 3.4 = 2048 \text{ kNm}$$

$$N = 1015 \text{ kN} \quad T = 602 \text{ kN} \quad M_{\max} = 602 * 3.4 = 2048 \text{ kNm}$$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150 \text{ cm}$

$A_s = 36\phi 26$ staffe $\phi 14/15$

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

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 ²
	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 ²
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	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	63 di 67

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
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	65.0	36	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 15.0 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	5301.00	126.00	0.00	37.00	0.00
2	2268.00	126.00	0.00	37.00	0.00
3	4806.00	2048.00	0.00	602.00	0.00
4	1015.00	2048.00	0.00	602.00	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	4245.00	86.00	0.00
2	2186.00	86.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	64 di 67

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	4011.00	58.00 (0.00)	0.00 (1264.21)
2	2239.00	58.00 (0.00)	0.00 (1264.21)

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	2406.00	817.00 (2578.63)	0.00 (0.00)
2	1343.00	817.00 (1574.16)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 7.3 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	5301.00	126.00	0.00	5300.93	5941.77	0.00	47.16	191.1(53.0)
2	S	2268.00	126.00	0.00	2268.00	5087.42	0.00	40.38	191.1(53.0)
3	S	4806.00	2048.00	0.00	4805.97	5831.27	0.00	2.85	191.1(53.0)
4	S	1015.00	2048.00	0.00	1015.05	4632.78	0.00	2.26	191.1(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	65 di 67

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00289	0.0	65.0	-0.00502	0.0	-65.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00272	0.0	65.0	-0.00749	0.0	-65.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00287	0.0	65.0	-0.00533	0.0	-65.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00261	0.0	65.0	-0.00900	0.0	-65.0

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	0.000060858	-0.001064335	----	----
2	0.000000000	0.000078494	-0.002387068	----	----
3	0.000000000	0.000063067	-0.001230023	----	----
4	0.000000000	0.000089269	-0.003195158	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	15.0 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 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.[cm²/m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	37.00	4031.20	1997.21117.9	99.5	137.0	2.500	1.212	0.4	20.5(0.0)
2	S	37.00	3742.85	2123.70119.6	105.8	132.9	2.500	1.091	0.4	20.5(0.0)
3	S	602.00	3983.03	2018.33118.2	100.5	136.2	2.500	1.192	6.1	20.5(0.0)
4	S	602.00	3560.29	2190.17121.1	109.1	128.5	2.500	1.041	5.6	20.5(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 002	B	66 di 67

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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	2.28	0.0	1230.0	28.3	0.0	-65.0	---	---
2	S	1.27	0.0	1230.0	13.3	0.0	-65.0	---	---

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00048	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	1243.51
2	S	-0.00048	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	1243.51

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	2.09	0.0	1230.0	27.5	0.0	-65.0	---	---
2	S	1.23	0.0	1230.0	14.5	0.0	-65.0	---	---

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	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	1264.21
2	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	1264.21

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	3.31	0.0	1230.0	-12.4	0.0	-65.0	619	15.9
2	S	3.30	0.0	0.0	-39.2	0.0	-65.0	1804	37.2

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	-0.00008	0	0.500	26.0	87	0.00004 (0.00004)	467	0.017 (0.20)	2578.63	0.00
2	S	-0.00023	0	0.500	26.0	87	0.00012 (0.00012)	510	0.060 (0.20)	1574.16	0.00

5 SINTESI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente paragrafo si riporta una sintesi in forma tabellare delle sollecitazioni massime sui pali e delle verifiche geotecniche per il viadotto in oggetto, con relativi coefficienti di sicurezza.

Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni delle fondazioni.

PALI					SFORZO NORMALE SLU/SLV		SFORZO NORMALE SLE	
viadotto	spalla/pila	D[mm]	npali[-]	Lpalo [m]	Nmax,c [kN]	Nmin[kN]	Nmax, SLE,rara [kN]	Nmax, SLE,FREQ [kN]
IV01	spalla A	1500	12	27.0	5038	-878	3260	-
IV01	spalla B	1500	12	28.0	5301	-	4245	-
IV01	Pila	1200	9	35.0	5813	-1184	3585	-

TAGLI E MOMENTI			CAPACITA' PORTANTE PALI							
senza scalzamento			CARICO LIMITE ORIZZONTALE		COMPRESSIONE		TRAZIONE		ESERCIZIO	
Tmax [kN]	alfa [m]	Mmax	Hd[kN]	FS	Qd [kN]	FS	Qdt [kN]	FS	QII/1.25[kN]	FS
883	3.4	3002	1179.8	1.34	6500.0	1.29	4916.0	5.60	7600.8	2.33
602	3.4	2047	883.4	1.47	6818.0	1.29	-	-	8052.8	1.90
866	2.7	2338	880.7	1.02	6550.0	1.13	-	-	8976.0	2.50