



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

SIS S.r.l. (MANDATARIA)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

RESPONSABILI DI PROGETTO:

Prof. Ing. Antonio Bevilacqua
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058
Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664
Dott. Ing. Vincenzo Calzona
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656
Dott. Ing. Pietro Agnello
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPECIALISTICHE
Prof. Ing. Antonio Bevilacqua n. 4058

UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Vincenzo Corallo

ASSISTENTE
Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

CAVALCAVIA "1" RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO


CODICE: PD-CV01-STR-RE-01-B

SCALA: ---

DATA: Ottobre 2010


NOME FILE: PD-CV01-STR-RE-01-B.dwg

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Luglio 2010	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	S. Bolognesi	S. Bolognesi	V. Calzona
B	Ottobre 2010	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 052241 DEL 02/09/2010	S. Bolognesi	S. Bolognesi	V. Calzona

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

INDICE

1.	Descrizione dell'opera	2
1.1	Generalità.....	2
1.2	Criteri adottati per le misure di sicurezza.....	3
1.3	Metodologia di calcolo.....	3
2.	Materiali	4
3.	Normative di riferimento.....	8
4.	Analisi in fase di esercizio	9
4.1	Analisi dei carichi	9
4.1.1	Azioni permanenti.....	9
	Peso proprio calcestruzzo (g_1)	9
	Pavimentazione bituminosa ed impermeabilizzazione (g_2)	9
	Cordoli, parapetti e varie (g_3)	9
4.1.2	Deformazioni impresse.....	9
	Effetti termici (ε_3).....	9
4.1.3	Azioni variabili da traffico.....	11
	Carichi mobili (q_1)	11
	Incremento dinamico (q_2).....	11
	Azioni longitudinali di frenamento o di accelerazione (q_3)	11
4.1.4	Azione del vento (q_5).....	12
4.1.5	Azione sismica (q_6).....	13
4.1.6	Urto dei veicoli in svio (q_8).....	18
4.2	Descrizione del modello di calcolo.....	18
4.2.1	Dati di input.....	21
4.2.2	Dati di output.....	21
4.3	Combinazioni di carico	22
4.4	Verifiche di resistenza degli elementi strutturali portanti S.L.U.	24
4.4.1	Verifica delle travi in c.a.p.....	24
4.4.2	Verifica trasversale soletta di impalcato.....	28
4.4.3	Verifica strutturale spalle	31
4.4.4	Verifica strutturale palo di fondazione	37
4.4.5	Verifica sezione di attacco spalla-impalcato	39
5.	Analisi geotecniche delle fondazioni.....	40
6.	Conclusioni	42

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

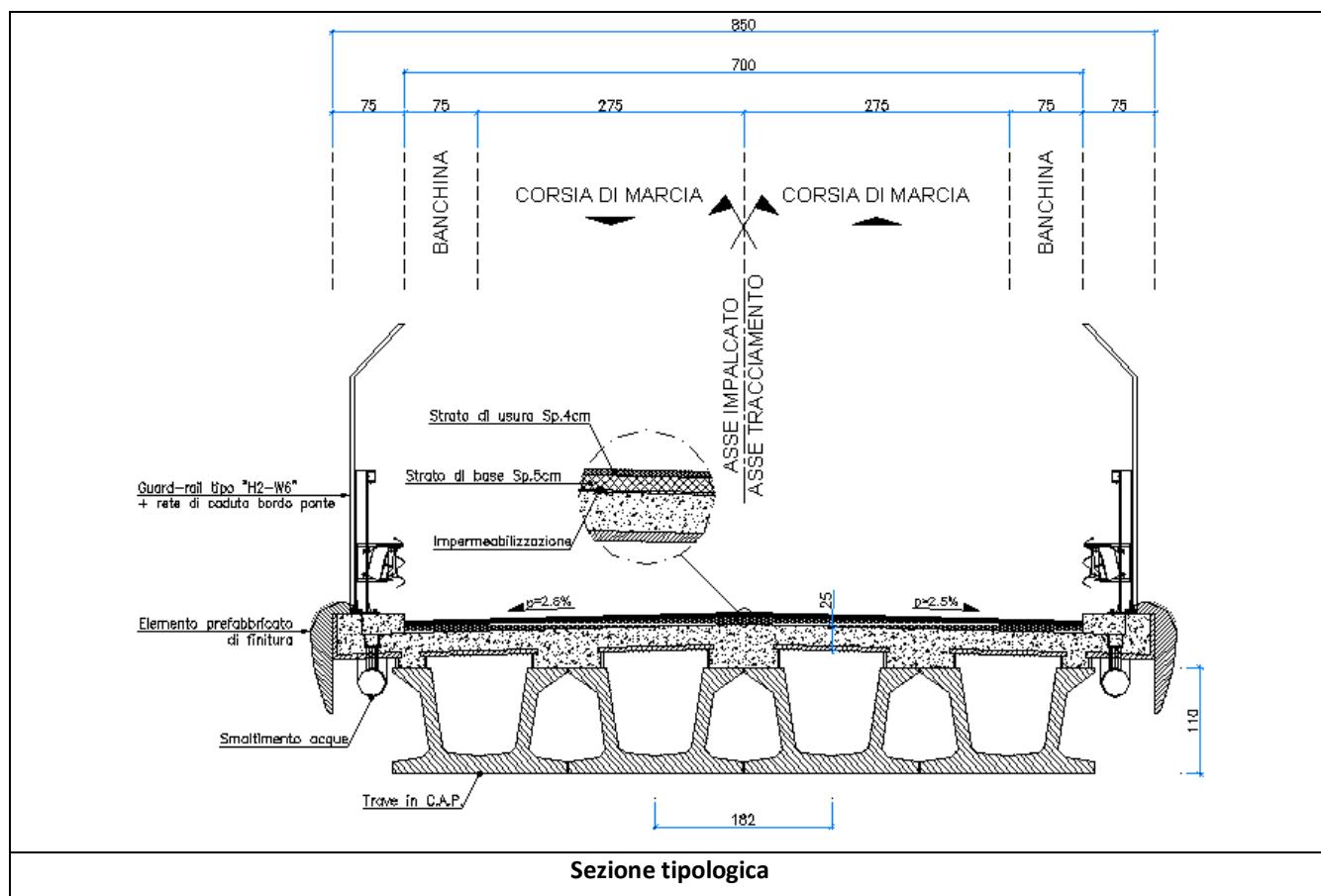
1. Descrizione dell'opera


1.1 Generalità

Nel presente fascicolo sono riportati i calcoli statici e le verifiche di sicurezza del Cavalcavia 1 nell'ambito del progetto per il "Potenziamento dei collegamenti stradali fra la s.s. n. 115 tratto Comiso-Vittoria, il nuovo aeroporto di Comiso e la s.s. n. 514 Ragusa-Catania".

L'opera è costituita da un impalcato formato da travi prefabbricate in calcestruzzo armato precomprese con trefoli aderenti, aventi sezione a cassone aperto, accostate una all'altra. Le travi sono collegate con vincolo di continuità a due spalle in calcestruzzo armato, "fondate" su un diaframma di pali trivellati di grande diametro. Le travi, con luce di 17 m, sono completate da una soletta superiore in cls gettata in opera.

La luce del ponte è di 17 m per una larghezza stradale utile di 8.50m. Le travi prefabbricate hanno sezione a π rovescio, con un'altezza di 110 cm ed interasse di 182 cm.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

La verifica degli elementi resistenti é stata eseguita in base all’analisi delle sollecitazioni prodotte dalla più sfavorevole combinazione delle seguenti condizioni di carico:


- peso proprio;
- sovraccarichi permanenti;
- sovraccarichi accidentali;
- azione sismica;
- spinta del vento.

1.2 Criteri adottati per le misure di sicurezza

Per assicurare la sicurezza e le prestazioni della struttura è stato adottato come metodo di verifica il Metodo degli Stati Limite. Sono stati esaminati gli Stati Limite Ultimi per la messa in sicurezza contro crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi.

1.3 Metodologia di calcolo

Il calcolo delle sollecitazioni che agiscono sulla struttura è stato effettuato realizzando un modello di calcolo atto a rappresentare il comportamento strutturale nel suo insieme, con il programma agli elementi finiti *Sap2000plus*.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

2. Materiali


Sono riportate le caratteristiche meccaniche e le proprietà di resistenza dei materiali impiegati valutate come prescritto

da: **Nuove norme tecniche per le costruzioni – DM Infrastrutture 14 gennaio 2008.**

CALCESTRUZZO

Pali di fondazione

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	300,00	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	249,00	(kg/cm ²)
Valor medio resistenza cilindrica	f_{cm}	329,00	(kg/cm ²)
Modulo elastico convenzionale	E_c	314472	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	ν	0,20	
Resistenza a compressione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	141,10	(kg/cm ²)
Resistenza a trazione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1,50	
Resistenza a trazione media cilindrica	f_{ctm}	25,58	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	17,91	(kg/cm ²)
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	11,94	(kg/cm ²)


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Corpo spalla

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	350,00	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	290,50	(kg/cm ²)
Valor medio resistenza cilindrica	f_{cm}	370,50	(kg/cm ²)
Modulo elastico convenzionale	E_c	325881	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	ν	0,20	
Resistenza a compressione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	164,62	(kg/cm ²)
Resistenza a trazione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1,50	
Resistenza a trazione media cilindrica	f_{ctm}	28,35	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	19,84	(kg/cm ²)
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	13,23	(kg/cm ²)

Soletta di impalcato e predalles

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	400.00	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	332.00	(kg/cm ²)
Valor medio resistenza cilindrica	f_{cm}	412.00	(kg/cm ²)
Modulo elastico convenzionale	E_c	336428	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	ν	0.20	
Resistenza a compressione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1.50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	188.13	(kg/cm ²)
Resistenza a trazione			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	γ_C	1.50	
Resistenza a trazione media cilindrica	f_{ctm}	30.99	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	21.69	(kg/cm ²)
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	14.46	(kg/cm ²)


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Travi in c.a.p.


Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	550,00	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	456,50	(kg/cm ²)
Valor medio resistenza cilindrica	f_{cm}	536,50	(kg/cm ²)
Modulo elastico convenzionale	E_c	364161	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	ν	0,20	
Resistenza a compressione			
Tensioni di esercizio a cadute avvenute quasi premanenti	σ_c	205,43	(kg/cm ²)
Tensioni di esercizio a cadute avvenute rare	σ_c	273,90	(kg/cm ²)
Resistenza caratteristica cil. a compressione al giorno j	f_{ckj}	290,00	(kg/cm ²)
Tensioni iniziali	σ_c	203,00	(kg/cm ²)
Resistenza a trazione			
Tensioni in esercizio di trazione	NON AMMESSE		
Tensioni di trazione iniziali	σ_{ti}		(kg/cm ²)

ACCIAIO

ACCIAIO ORDINARIO			
Acciaio tipo		B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	4400.00	(kg/cm ²)
Modulo elastico convenzionale	E_a	2100000	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1.15	
Tensione di calcolo cilindrica	f_{yd}	3826.09	(kg/cm ²)


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

ACCIAIO PER C.A.P.			
Acciaio armonico per c.a.p.		in trefoli	
Modulo elastico convenzionale	Ea	2100000	(kg/cm ²)
Coefficiente di Poisson	v	0.30	
Tensione caratteristica a rottura	f _{ptk}	18246.00	(kg/cm ²)
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	f _{p(1)k}	16382.00	(kg/cm ²)
Tensione iniziale armatura post-tesa	σ _{spi}	14596.80	(kg/cm ²)
Tensione iniziale armatura pre-tesa	σ _{spi}	13684.50	(kg/cm ²)
Tensione in esercizio	σ _{spi}	13105.60	(kg/cm ²)

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

3. Normative di riferimento

- ❑ **Legge 5/11/1971 nr.1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e pre-compresso ed a struttura metallica.
- ❑ **D.M. 05/11/2001:** Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- ❑ **D.M. 14/01/2008:** Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ **C.N.R. 10011 N.182 del 21/12/1997:** Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- ❑ **C.N.R. 10016 N.194 del 14/09/2000:** Strutture composte di acciaio e calcestruzzo – Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni
- ❑ **EN1993 Eurocode3:** Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Part 1-5: Plated structural elements. Part 1-9: Fatigue.
- ❑ **EN1994 Eurocode4:** Design of composite steel and concrete structures.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4. Analisi in fase di esercizio

4.1 Analisi dei carichi

4.1.1 Azioni permanenti

Peso proprio calcestruzzo (g_1)

Si assume peso per unità di volume del calcestruzzo pari a $\gamma_s = 2500 \text{ kg/m}^3$.

Per le travi si assume un peso a metro lineare di trave pari a 2 t/m.

Il carico complessivo dovuto alla soletta di impalcato è pari a:

	h (m)	$\gamma \text{ (kg/m}^3\text{)}$	W (kg/mq)
Lastra prefabbricata	0.05	2500	125
Soletta (stato fluido)	0.2	2500	500
Tot. P.p.			625

Pavimentazione bituminosa ed impermeabilizzazione (g_2)

Si assume peso per unità di volume pari a $\gamma_s = 2000 \text{ kg/m}^3$.

Il carico complessivo è pari a:

	h (m)	g (kg/m ³)	W (kg/mq)
Pavimentazione	0.11	2000	220
Tot. Perm.			220


Cordoli, parapetti e varie (g_3)

Per le barriere di sicurezza, la rete di protezione la veletta in cls ed altri sovraccarichi permanenti si assume un carico pari a 1,00 t/m per lato.


4.1.2 Deformazioni impresse

Effetti termici (ϵ_3)

Non reputando necessario uno studio termodinamico degli effetti della temperatura, per la valutazione delle deformazioni e degli stati tensionali si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ per le strutture in calcestruzzo armato.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Inoltre è considerato una differenza di temperatura tra estradosso ed intradosso dell'impalcato pari a $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$, che applicato ad una trave di altezza 135 cm comporta un gradiente termico di $\Delta T/m = 7.41^{\circ}\text{C}/m$.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.1.3 Azioni variabili da traffico

Carichi mobili (q_1)

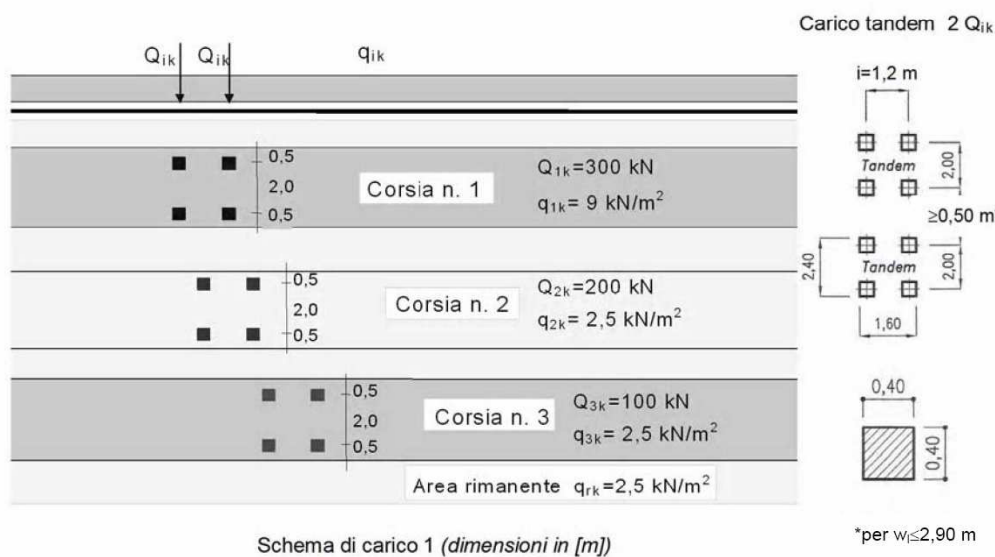
Come previsto dalle norme vigenti si adottano colonne di carico con larghezza convenzionale di 3.00m. L'impalcato ha una larghezza totale di 8.50m con una carreggiata di 7m, per cui occorre prendere in conto 2 colonne di carico per la carreggiata.

Per i ponti di 1^a categoria si devono considerare le seguenti intensità dei carichi:

Tabella 1: Schema di carico per il Carico mobile di ciascuna corsia

Posizione	Carico asse Q_{1k} (kg)	Carico distribuito q_{1k} (kg/m ²)	Carico lineare q_{1k} (kg/m)
Corsia 1	30000	900	900x3 = 2700
Corsia 2	20000	250	250x3 = 750
Corsia 3	10000	250	250x3 = 750

Di seguito si riporta il grafico con la disposizione dei carichi.




Incremento dinamico (q_2)

I carichi mobili sopra descritti includono gli effetti dinamici per le pavimentazioni di media rugosità.

Azioni longitudinali di frenamento o di accelerazione (q_3)

Sono azioni orizzontali trasmesse alla pavimentazione stradale ed hanno interesse principalmente per il dimensionamento degli apparecchi d'appoggio e degli elementi verticali con relative fondazioni.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

La forza di frenatura agisce parallelamente all'asse longitudinale del viadotto, è trasmessa alle spalle solo attraverso gli appoggi "fissi".

La forza q_3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n°1 e per i ponti di 1ª categoria è uguale a: $180 \text{ kN} < q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10q_{1k} \times w_1 \times L < 900 \text{ kN}$

$$q_3 = 41 \text{ t}$$


4.1.4 Azione del vento (q5)

L'azione del vento può essere assimilata convenzionalmente ad un carico orizzontale statico. La superficie dei carichi transitori sul viadotto esposta al vento si assimila ad una parte rettangolare continua dell'altezza di 3 metri dal piano stradale. L'area complessiva investita dal vento risulta essere : $H = 5.25 \text{ m}$, data la posizione dell'impalcato.

La pressione del vento è pari a: $p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$, con:

- q_b = pressione cinetica di riferimento = $1/2 \rho v_b^2$
- ρ = densità dell'aria = $1.25 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- v_b = velocità di riferimento del vento
- $c_e(z)$ = coefficiente di esposizione, dipendente dall'altezza che si considera: $c_{ev}(z) = k_r \sqrt{c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right]}$
- k_r, z_0, z = parametri assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito
- c_t = coefficiente di topografia = 1
- c_p = coefficiente di forma, pari a 1.2 per elementi con inclinazione sull'orizzontale $0^\circ < \alpha < 20^\circ$;
- c_d = coefficiente dinamico, pari a 1.

CALCOLO DELLA SPINTA ESERCITATA DAL VENTO							
DATI TOPOGRAFICI				PARAMETRI DI CALCOLO			
Altezza sito s.l.m.	As [m]	200		Zona di vento	Vref,o [m/s]	Ao [m]	Ka [m]
Altezza costruzione	Z [m]	10		4	28	500	0.030
				Cat. Esposizione	Kr	Zo [m]	Zmin [m]
				III	0.20	0.10	5
COEFFICIENTI DI CALCOLO				CARICO DEL VENTO AGENTE			
vb	28	m/s		P vento =	N/mq	1257	
p	1.25	kg/m3		P vento =	Kg/mq	128	
qb	490	N/mq					
Ce =	2.1378	-					
Ct =	1	-					
Cp =	1.2	-					
Cd =	1	-					

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.1.5 Azione sismica (q6)

La normativa definisce la pericolosità sismica su reticolo di riferimento. Le coordinate indicate si riferiscono alla situazione più gravosa lungo l'asse dell'intervento.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo dell'azione sismica.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
14.611

LATITUDINE
36.9524

☒ Ricerca per comune

REGIONE
Sicilia

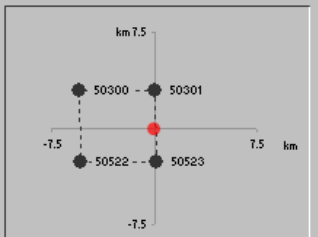
PROVINCIA
Ragusa

COMUNE
Comiso

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
 superficie rigata

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

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

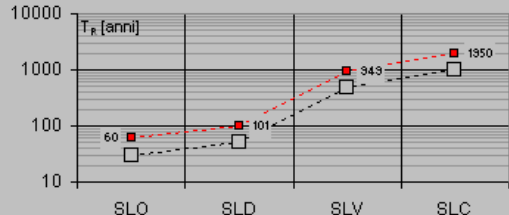
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

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

Stati limite di esercizio - SLE

Stati limite ultimi - SLU

Strategie di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

-.-■-.- Strategia scelta



Provincia Regionale di Ragusa

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Cavalcavia 1 - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_D = 1.311$

$C_D = 1.363$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

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

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **3**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

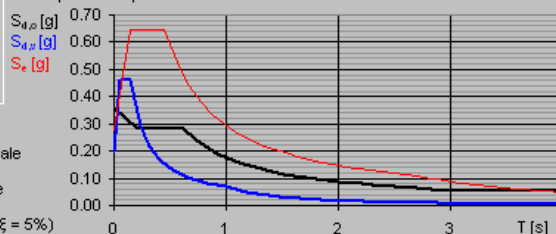
$\eta = 1.000$ info

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, $\xi = 5\%$)



Provincia Regionale di Ragusa

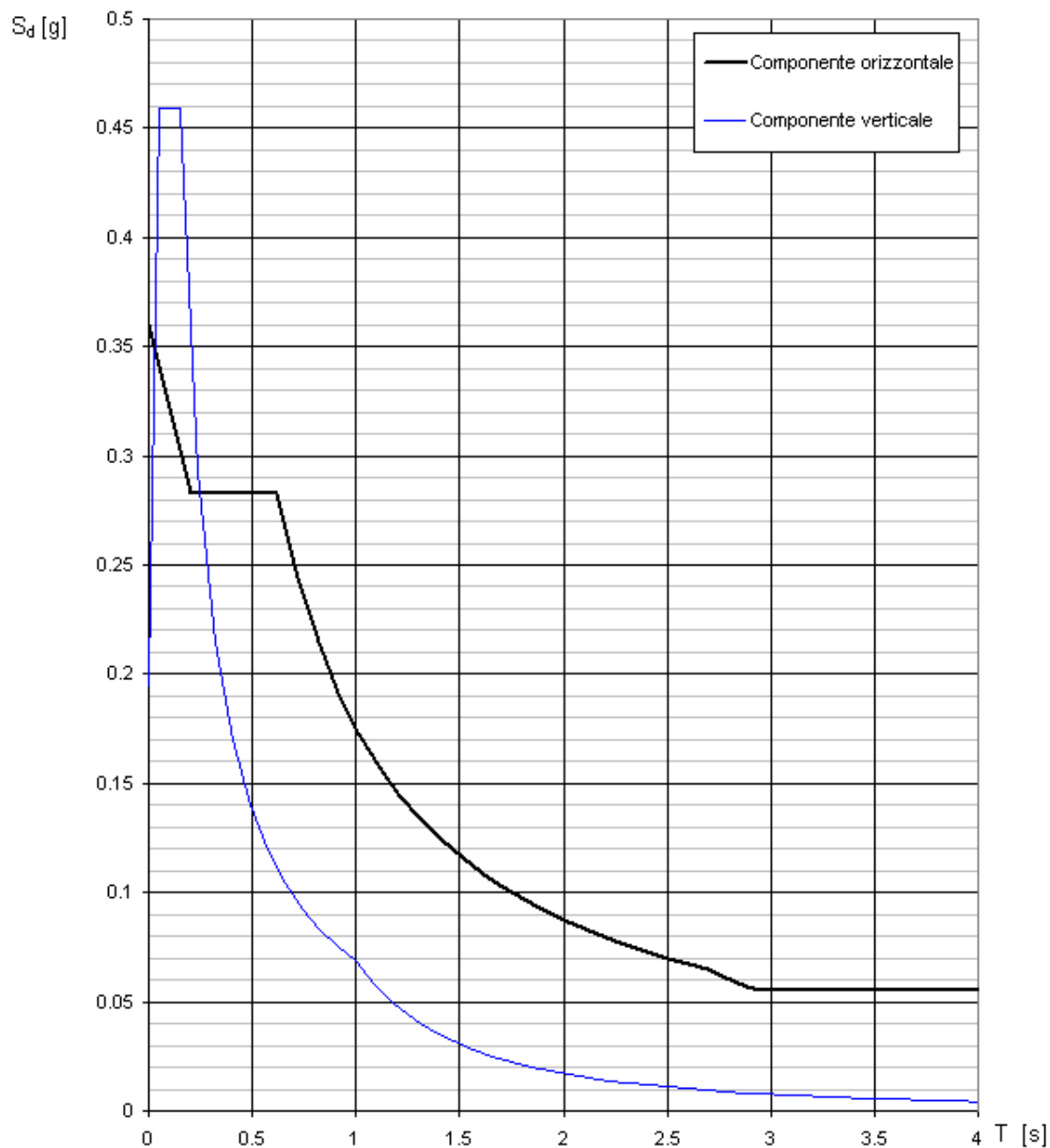
POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA


PROGETTO DEFINITIVO

Cavalcavia 1 - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandatara)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

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



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale dello stato limite SLV

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.275 g
F_o	2.357
T_c	0.453 s
S_s	1.311
C_c	1.363
S_T	1.000
q	3.000

Parametri dipendenti

S	1.311
η	0.333
T_B	0.206 s
T_C	0.618 s
T_D	2.700 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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


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

$$\begin{aligned}
0 \leq T < T_B & \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
T_B \leq T < T_C & \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
T_C \leq T < T_D & \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
T_D \leq T & \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
\end{aligned}$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.361
$T_B \leftarrow$	0.206	0.283
$T_C \leftarrow$	0.618	0.283
	0.717	0.244
	0.816	0.214
	0.915	0.191
	1.015	0.173
	1.114	0.157
	1.213	0.144
	1.312	0.133
	1.411	0.124
	1.510	0.116
	1.609	0.109
	1.709	0.102
	1.808	0.097
	1.907	0.092
	2.006	0.087
	2.105	0.083
	2.204	0.079
	2.303	0.076
	2.402	0.073
	2.502	0.070
	2.601	0.067
$T_D \leftarrow$	2.700	0.065
	2.762	0.062
	2.824	0.059
	2.886	0.057
	2.947	0.055
	3.009	0.055
	3.071	0.055
	3.133	0.055
	3.195	0.055
	3.257	0.055
	3.319	0.055
	3.381	0.055
	3.443	0.055
	3.505	0.055
	3.567	0.055
	3.629	0.055
	3.690	0.055
	3.752	0.055
	3.814	0.055
	3.876	0.055
	3.938	0.055
	4.000	0.055

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale dello stato limite SLV

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.195 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.668
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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


$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.1f})$$

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

$$\begin{aligned}
0 \leq T < T_B & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
T_B \leq T < T_C & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
T_C \leq T < T_D & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
T_D \leq T & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
\end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
T_B	0.050	0.459
T_C	0.150	0.459
	0.235	0.293
	0.320	0.215
	0.405	0.170
	0.490	0.140
	0.575	0.120
	0.660	0.104
	0.745	0.092
	0.830	0.083
	0.915	0.075
T_D	1.000	0.069
	1.094	0.058
	1.188	0.049
	1.281	0.042
	1.375	0.036
	1.469	0.032
	1.563	0.028
	1.656	0.025
	1.750	0.022
	1.844	0.020
	1.938	0.018
	2.031	0.017
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	---


4.1.6 Urto dei veicoli in svio (q8)

L'altezza dei parapetti non dovrà essere inferiore ad 1.1m e dovranno essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 150 kg/m applicata al corrimano.

I sicurvia devono invece essere dimensionati per un'azione orizzontale trasversale non inferiore a 10 t, distribuita su una lunghezza di 50 cm ed applicata ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle seguenti due dimensioni:

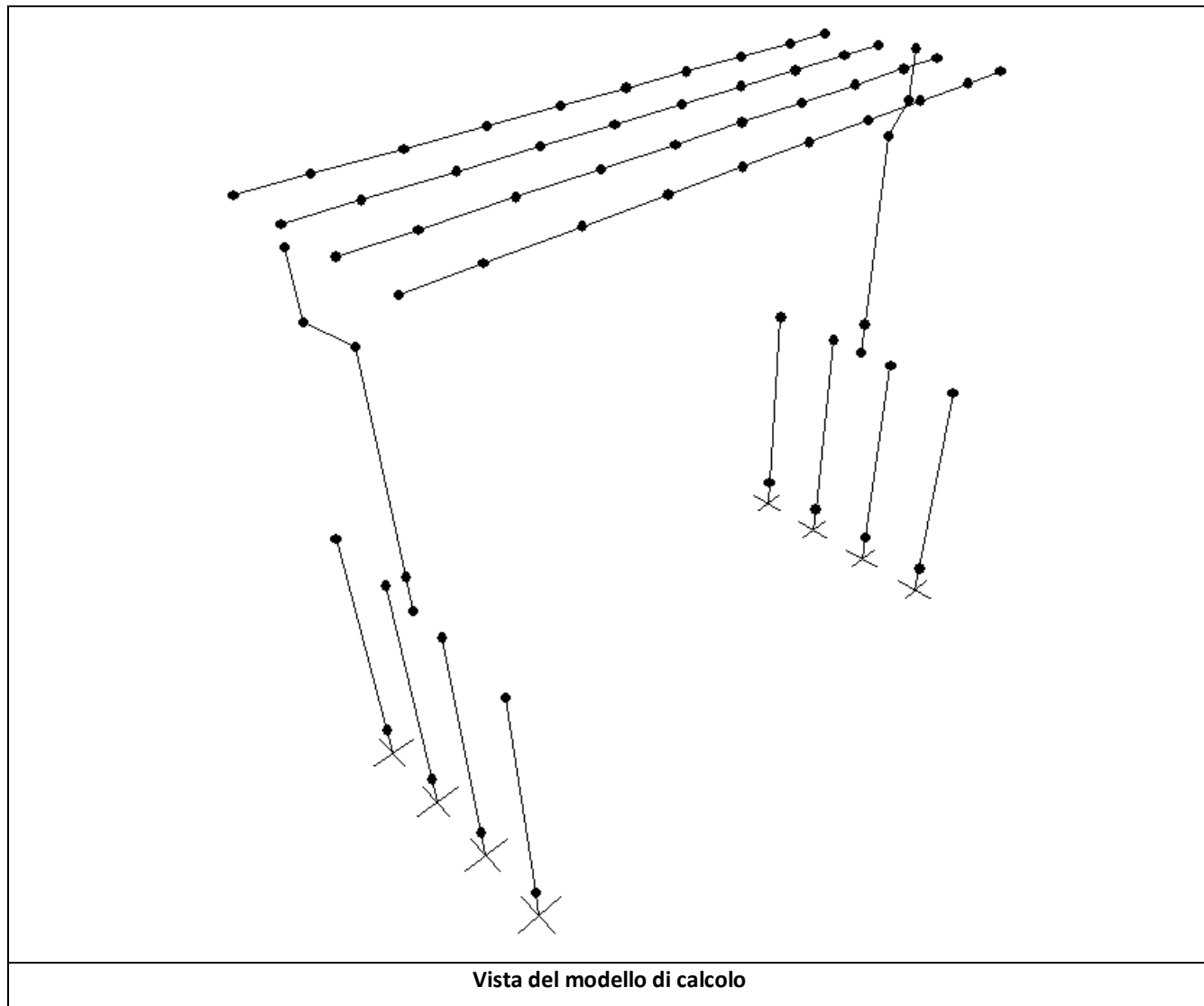
- h_1 = altezza della barriera –0.1m;
- h_2 = 1,00m.

4.2 Descrizione del modello di calcolo


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

L'insieme delle parti della struttura sono state studiate con l'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti *Sap2000plus*.

In particolare, l'impalcato è modellato come un grigliato di travi con le opportune caratteristiche di rigidità, tenendo conto della larghezza collaborante della soletta d'impalcato, e i pali sono modellati secondo la schematizzazione del "palo equivalente".



Palo equivalente

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Di seguito si riporta il calcolo delle caratteristiche elastiche e geometriche di un'asta fittizia equivalente. Questo calcolo permette di modellare un palo nel terreno con un'unica asta di un telaio, anziché come una serie di aste ai cui nodi delle molle di rigidezza K_{tAD} rappresentano la reazione del terreno. Considerando la teoria di Winkler per i pali lunghi, le caratteristiche di rigidezza da imporre al palo saranno le seguenti.

Lunghezza equivalente

$$l^* = \lambda \sqrt{\frac{3}{2}}$$

ove:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{DK_t}}$$

lunghezza d'onda d'infissione;

E = modulo elastico del palo;

J = momento d'inerzia del palo;

D = diametro del palo;

K_t = costante elastica del suolo.

$$\text{Area trasversale della sezione equivalente } A^* = K_x \frac{l^*}{E^*} = K_x \frac{\lambda \beta}{E} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

ove:

A = area trasversale del palo;

l = lunghezza del palo.

Nel caso in cui K_x non sia un valore sperimentale vale l'espressione:

$$K_x = \frac{EA}{l}$$


per cui risulterà:

$$A^* = \frac{K_x l^*}{E^*} = \left(\frac{EA}{l} \right) \frac{l^*}{E^*} = \beta A \frac{l^*}{l}$$

$$J^* = J \beta \sqrt{\frac{3}{8}}$$

Momento d'inerzia equivalente

ove: $\beta = E/E^*$ con E^* modulo elastico della struttura.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

In questo caso:

E	3 117 690	t/m2
E s	3 117 690	t/m2
D	1.2	m
J	0.102	m4
A	1.131	m2
K t	1 000	t/m3
I	20	m
λ	6	m

I*	6.98	m
A*	0.395	m2
J*	0.062	m4

4.2.1 Dati di input

I dati di ingresso prevedono una prima parte nella quale sono riportate le informazioni di carattere generale, necessarie per la descrizione della struttura e delle caratteristiche dei materiali utilizzati, ed una seconda parte di carattere particolare dove sono fornite:

- le coordinate dei nodi;
- le caratteristiche di inerzia delle varie sezioni;
- le caratteristiche dei materiali;
- i tipi di carico;
- i nodi di estremità, il tipo di sezione ed i carichi agenti su ogni elemento;
- i coefficienti moltiplicativi per ogni condizione di carico.


4.2.2 Dati di output

Caratteristiche di sollecitazione: per ogni elemento frame sono fornite le caratteristiche di sollecitazione nei nodi nonché l'eventuale valore massimo del momento flettente in mezzzeria;

Spostamenti nodali.

Il programma indica con:

- UX, UY e UZ gli spostamenti dei nodi lungo gli assi X, Y e Z;
- RX, RY e RZ le rotazioni dei nodi intorno gli assi X, Y e Z;
- N gli sforzi assiali;
- Ty taglio lungo l'asse locale y;
- Tz taglio lungo l'asse locale z;
- T torsione;
- My momento intorno all'asse locale y;

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

- Mz momento intorno all'asse locale z.

4.3 Combinazioni di carico

Di seguito si riportano i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	γ_{e1}	0,90 1,00 ⁽³⁾	1,00 1,00 ⁽⁴⁾	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

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


⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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 q_s	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

In particolare nel seguito si è fatto riferimento allo stato limite di resistenza della struttura STR, compresi gli elementi di fondazione: per le azioni si sono impiegati quindi i coefficienti γ_f riportati nella colonna A1.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Inoltre, seguendo quanto indicato nella tabella sopra riportata, si sono considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

▪ **Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):**

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

dove:

- G_1 valore caratteristico delle azioni da peso proprio;
- G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;
- Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;
- P valore caratt. delle deformazioni impresse;
- $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ coefficienti parziali per le azioni;
- ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

▪ **Combinazione sismica**

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


dove:

- E = azione sismica.

Si considerano 3 direzioni principali secondo cui si effettuano le combinazioni sismiche:

$$A_{Ex} + 0,30A_{Ey} + 0,30A_{Ez}$$

Per assicurare la sicurezza e le prestazioni della struttura è stato adottato come metodo di verifica il Metodo degli Stati Limite. Sono stati esaminati gli Stati Limite Ultimi per la messa in sicurezza contro crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.4 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali portanti S.L.U.

4.4.1 Verifica delle travi in c.a.p.


Il calcolo delle tensioni è stato svolto per le seguenti fasi di carico:

- ❑ **PESO PROPRIO + PRECOMPRESSIONE:** si calcolano le caratteristiche di sollecitazione dovute a questi carichi (schema a trave appoggiata) e quindi le tensioni sulla sola sezione in c.a.p. del travetto.
- ❑ **TRAVETTO APPOGGIATO:** si calcolano dapprima le caratteristiche di sollecitazione dovute ai seguenti carichi agenti in questa fase (schema a trave appoggiata), ossia il peso del calcestruzzo fluido e le cadute di tensione parziali. Dopo avere calcolato le rispettive tensioni sulla sola sezione in c.a.p. del travetto, si sommano a quelle ottenute nella fase precedente.
- ❑ **TRAVETTO INCASTRATO:** si calcolano gli effetti delle sollecitazioni dovute ai seguenti carichi, ottenuti dal calcolo a telaio:
 - sollecitazioni dovute ai vincoli variati, pari al 70% delle sollecitazioni agenti alla fine delle fase precedente;
 - sovraccarichi permanenti (peso e spinta del terreno);
 - sovraccarichi accidentali.

Inoltre sono calcolate le caratteristiche di sollecitazione dovute alle seguenti azioni agenti in questa fase:

- cadute di tensione residue, pari al 60% delle totali;
- ritiro differenziale tra travetto e getto di completamento.

Dopo avere calcolato le rispettive tensioni sulla sezione costituita dal travetto + il getto di completamento, queste sono sommate a quelle avute nella fase precedente.


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Disposizione dei trefoli e calcolo degli effetti della precompressione nelle sezioni in mezzzeria e in testata.

Calcolo Precompressione									
Mezzzeria									
	Trefoli	Area	Altezza	Y inf	Tensione		N	M	
Pos 1	20	27.8	0.0550	0.419	13684.50		380.43	-138.48	
Pos 2	4	5.56	0.1050	0.419	13684.50		76.09	-23.89	
Pos 3	4	5.56	1.0450	0.419	13684.50		76.09	47.63	
							532.60	-114.74	
Testata									
	Trefoli	Area	Altezza	Y inf	Tensione		N	M	
Pos 1	0	0	0.0550	0.419	13684.50		0.00	0.00	
Pos 2	4	5.56	0.1050	0.419	13684.50		76.09	-23.89	
Pos 3	4	5.56	1.0450	0.419	13684.50		76.09	47.63	
							152.17	23.74	

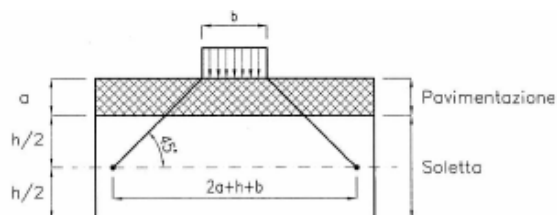
Sezione Mezzeria										perdite di carico				RITIRO	
Fase 1										elastica		ritiro		ε cd	
Area	0.670	Fase 2		Fase 3		1.125		0.2741		istantanea		viscosità		kh	
Inerzia	0.0957	Area	1.125	Area		0.2741		Inerzia		H sez		Y sup	822.15	138.27	0.000304
H sez	1.10	Inerzia	0.2741	Inerzia		1.35		H sez		Y inf		soletta			0.8
Y sup	0.681	H sez	1.35	H sez		0.6049		Y sup		Y inf					0.00038
Y inf	0.419	Y sup	0.6049	Y inf		0.7451		Y inf							446.33333
		Y inf	0.7451	soletta		0.25									669500
		soletta	0.25												3000
															0.0000875
															0.0003915
Fase 1										Tensioni parziali		Tensioni totali		VISCOSITA'	
Precompressione	532.60	N	M	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.					umidità	55%
Peso Proprio	0.00			-114.74	-2.09	129.79	-2.09	105.75	36.98					>=	60 giorni
Soletta Fluida	0.00			54.91	39.07	-24.04	39.07	79.89	79.00					φ	2.1
Cadute Parziali	-30.83			59.05	42.02	-25.85	42.02	72.54	78.86						
				6.28	-0.14	-7.35	-0.14								
Fase 2										Soletta		Soletta		RILASSAMENTO	
		N	M	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.					σ pi	13684.5
				0.00	0.00	0.00	0.00	72.54	78.86					ρ 1000	8
Fase 3										Soletta		Soletta		TRAVETTO (m)	
Vincoli variati	0.00	N	M	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.					lunghezza	16.2
Cadute Residue	-46.25			79.77	-21.68	10.33	17.60	50.86	82.87					larghezza	
Altri Permanenti	0.00			9.41	-6.67	-2.89	-2.03	44.19	69.65					altezza	
Accidentali	0.00			26.00	-7.07	3.37	5.74	37.12	73.01					s soletta	
				118.00	-32.08	15.28	26.04	5.04	88.29						
armatura da precompresso										armatura ordinaria					
Ap	dp	Apxdp								Ao	do	Aoxdo			
27.8	105.30	2927.34								0	117.90	0.00			
5.56	100.80	560.45								0	107.10	0.00			
	M rd,p	485.26									M rd,o	0.00			
M rd =	485.26	γ													
M sd =	455.93	1.06													

Sezione Testata																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.4.2 Verifica trasversale soletta di impalcato

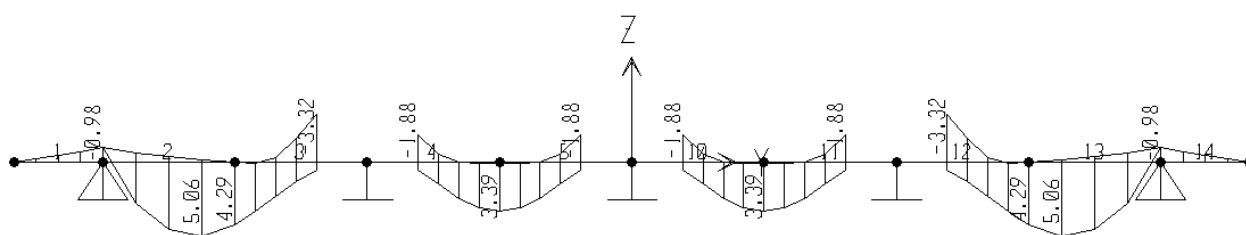
Per lo studio del comportamento della soletta di impalcato (di spessore pari a 25cm) in direzione trasversale all'asse del viadotto si è realizzato un modello agli elementi finiti che rappresenta una striscia di soletta ottenuta effettuando una diffusione a 45 gradi dell'impronta di carico applicata all'estremità dello sbalzo.



I carichi che vengono applicati sono:


- peso proprio della soletta;
- peso delle barriere, dei cordoli e della pavimentazione stradale;
- carico dovuto ai veicoli, come definiti dalla normativa;
- carico dovuto alla folla sul marciapiede.

Con i seguenti carichi combinati per la verifica allo S.L.U. si ottiene il seguente diagramma dei momenti flettenti riportati ad una striscia di 1 m di larghezza:



Momento flettente per una striscia di 1m di soletta

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Verifica a momento negativo:

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	4

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-27.7"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

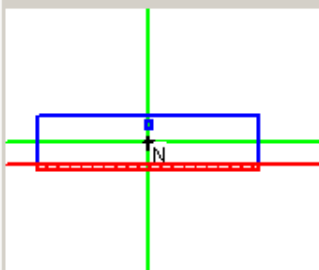
Materiali

B450C	C28/35
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="15.87"/> N/mm²
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="11"/> N/mm²
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6667"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.971"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sezione C.A.
File 

Metodo di calcolo
☐ S.L.U.+ ☒ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata


N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Il momento resistente vale:

M_{rd} = -7.76 tm

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Verifica a momento positivo:

Titolo :

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	21

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C28/35
ε_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε_{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="15.87"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.6667"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.971"/>

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**


☐ Precompresso

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Il momento resistente vale:

MRd = 7.76 tm

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.4.3 Verifica strutturale spalle


Si riportano in seguito le massime sollecitazioni sulla parete che costituisce la spalla:

STR

Testa spalla: $N = -249 \text{ t}$ $M_x = 1048 \text{ tm}$ $M_y = 206 \text{ tm}$	Piede spalla: $N = -910 \text{ t}$ $M_x = 418 \text{ tm}$ $M_y = 235 \text{ tm}$
--	---

Sisma

Testa spalla: $N = 74 \text{ t}$ $M_x = 1166 \text{ tm}$ $M_y = 11 \text{ tm}$	Piede spalla: $N = -636 \text{ t}$ $M_x = 396 \text{ tm}$ $M_y = 209 \text{ tm}$
---	---

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

SEZIONE PIEDE SPALLA

Titolo : _____

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	80
3	850	80
4	850	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.309291	4.3	75.7
2	5.309291	15	75.7
3	5.309291	25	75.7
4	5.309291	35	75.7
5	5.309291	45	75.7
6	5.309291	55	75.7

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N **Ed** kN
M **xEd** kNm
M **yEd** kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C28/35**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

M **xRd** kN m
M **yRd** kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x **x/d**
 δ

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett.

Calcola MRd **Dominio Mx-My**

angolo asse neutro θ°

☐ Precompresso

Con il programma Vcaslu si producono domini di rottura Mx-My corrispondenti alle condizioni di carico elencate.



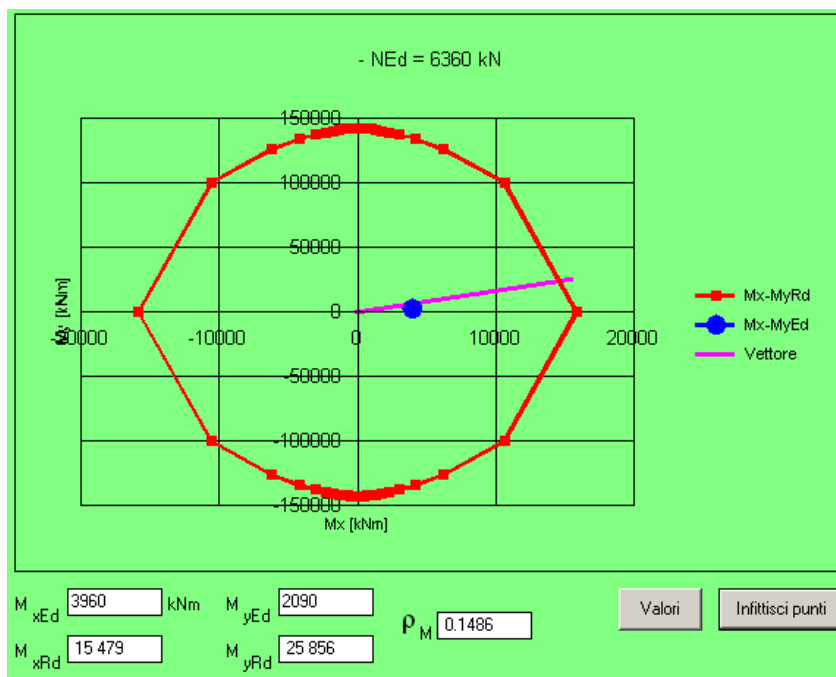
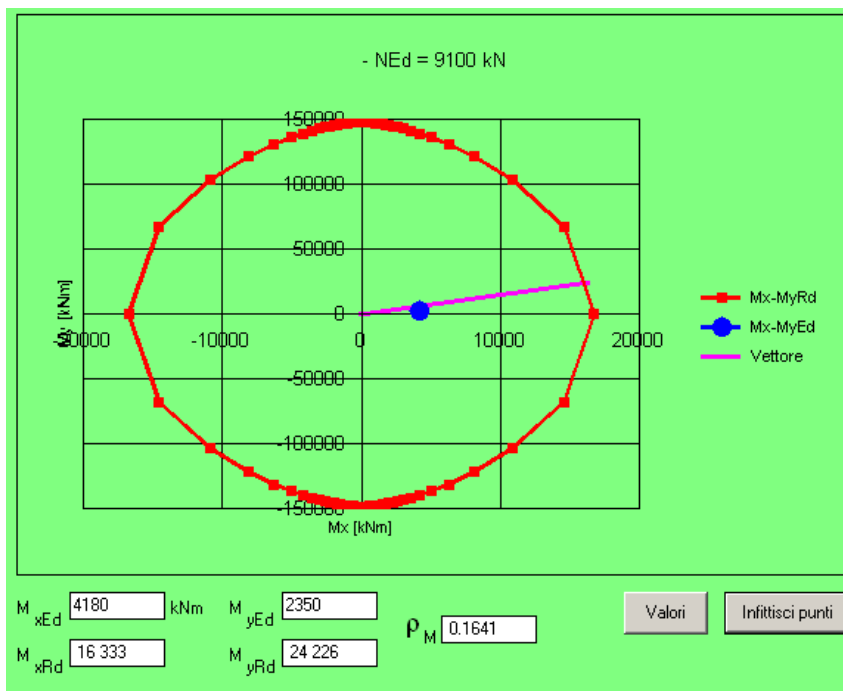
Provincia Regionale di Ragusa


POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Cavalcavia 1 - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

SEZIONE TESTA SPALLA

Titolo : _____

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	80
3	850	80
4	850	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.309291	4.3	75.7
2	5.309291	15	75.7
3	5.309291	25	75.7
4	5.309291	35	75.7
5	5.309291	45	75.7
6	5.309291	55	75.7

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐
 N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C28/35
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

M M_{xRd} kN m
M M_{yRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

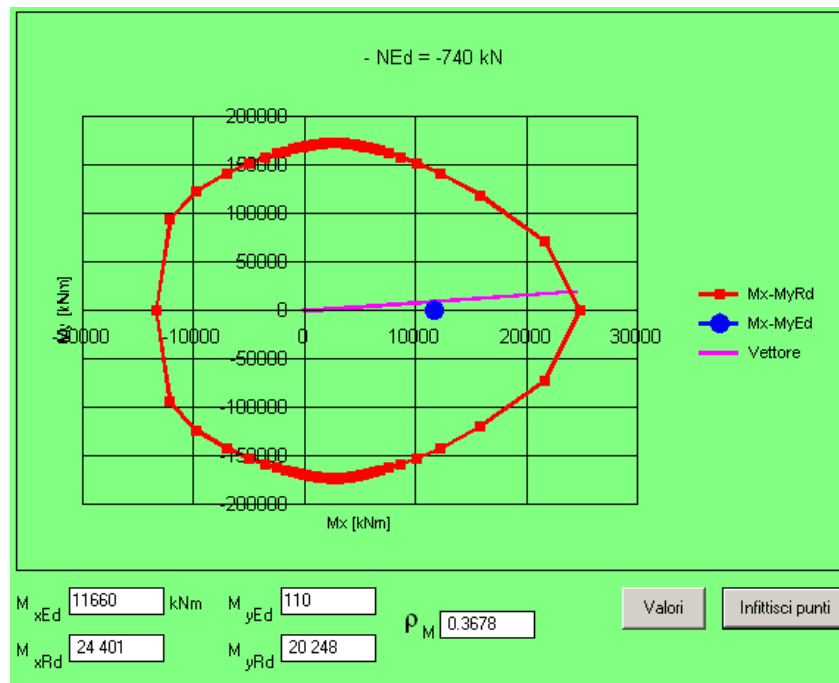
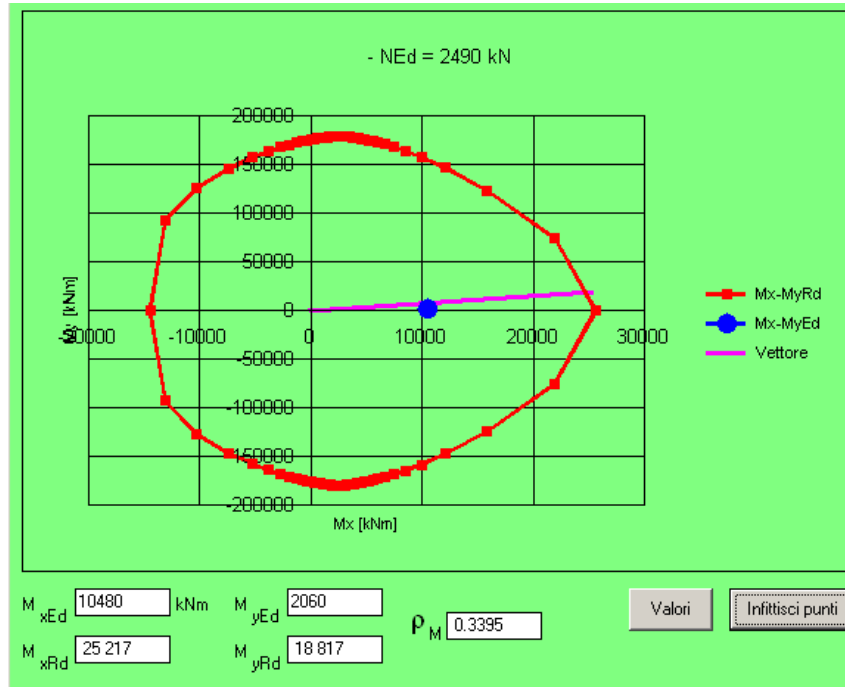
Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n


Tipo flessione
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett.
 Calcola MRd Dominio Mx-My
 angolo asse neutro θ°

☐ Precompresso

Con il programma Vcaslu si producono domini di rottura Mx-My corrispondenti alle condizioni di carico elencate.




 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Verifica a taglio

Il massimo taglio agente nella sezione è:

T = 236 ton

Taglio Resistente				
ACCIAIO		CALCESTRUZZO		
VRsd [kg]	322305.7	VRcd [kg]	1649887.9	
h [cm]	80	h [cm]	80	
d [cm]	76.0	d [cm]	76	
ϕ staffe [cm]	1.4	bw [cm]	850	
braccia staffe	8	σcp	0.0	
Asw [cmq]	12.32	Ned	0	
s [cm]	25.0	Ac	68000	
fyd [kg/cm ²]	3826.0	αc	1.0	
α	90	fcd [kg/cm ²]	164.6	
θ	21.80	f'cd [kg/cm ²]	82.3	
Cot(θ)	2.50	α	90	
		θ	21.80	
VRd [t]	322			

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

4.4.4 Verifica strutturale palo di fondazione

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza strutturale del palo di fondazione nelle combinazioni STR e sismica con valore positivo e negativo.

	STR	Sisma +	Sisma -
N [t]	263	58	215
M [tm]	78	69	69

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 2.6 [cm]
Copriferro (baric.): 4 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipologia Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☒ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 3180 0 kN
M_{xEd}: 740 0 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C25/30
 ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200 000 N/mm² f_{cd} : 14.17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: 4 229 kN m
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 5.869 ‰
d: 116 cm
x: 43.34 x/d: 0.3736
 δ : 0.907

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L_o: 0 cm Col. modello

☐ Precompresso



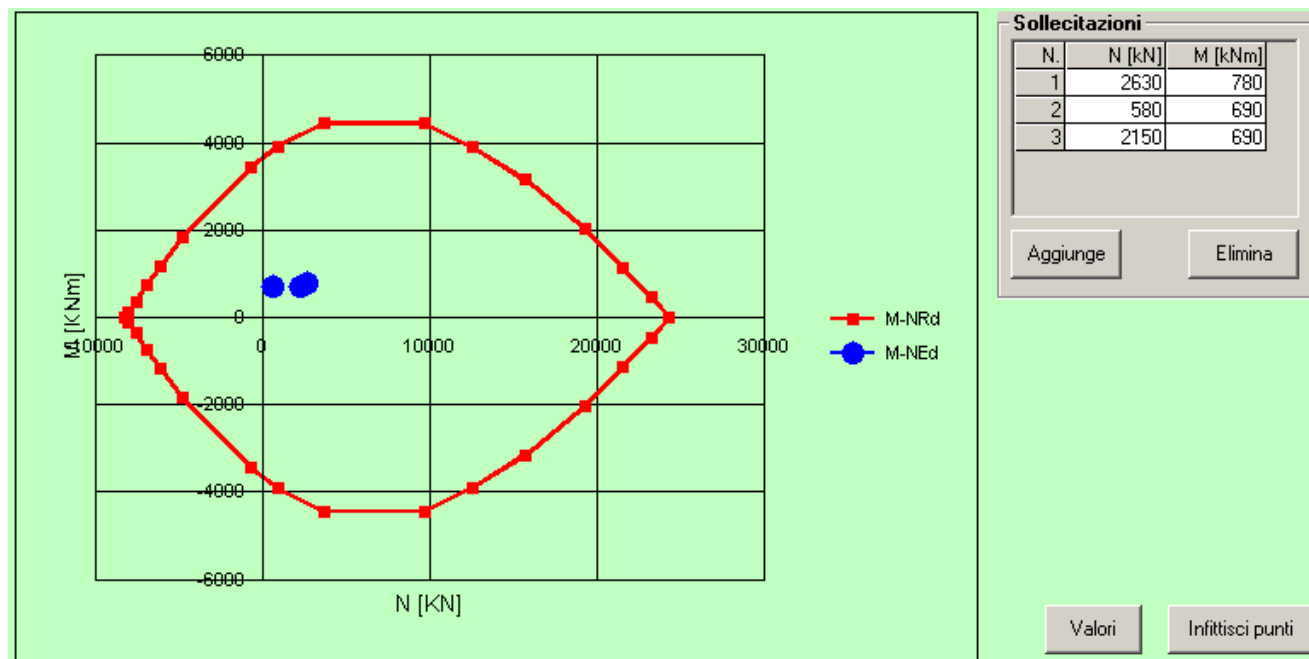
Provincia Regionale di Ragusa

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Cavalcavia 1 - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.




Il massimo taglio agente sulla sezione è pari a :

T=41 ton

Si ha dunque:

Taglio Resistente				
ACCIAIO		CALCESTRUZZO		
VRsd [kg]	136379.4	VRcd [kg]	110257.0	
h [cm]	116	h [cm]	116	
d [cm]	112.0	d [cm]	112	
φ staffe [cm]	1.2	bw [cm]	43.0	
braccia staffe	2	σcp	0.0	
Asw [cmq]	2.26	Ned	0	
s [cm]	15.0	Ac	4988	
fyd [kg/cm ²]	3826.0	αc	1.0	
α	90	fcd [kg/cm ²]	141.0	
θ	23	f'cd [kg/cm ²]	70.5	
Cot(θ)	2.35	α	90	
		θ	23.09	
VRd [t]	110			

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--


4.4.5 Verifica sezione di attacco spalla-impalcato

Il momento flettente massimo nella sezione di attacco tra impalcato e spalle vale:

$$M_x = - 1166 \text{ tm}$$

Il momento resistente, considerando un doppio strato di ferri $\varnothing 26/10$ per una larghezza di 13,50m vale:

$$MR_d = 0.9 \times 130 \times 716.85 \times 3826 = 3209 \text{ tm}$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--


5. Analisi geotecniche delle fondazioni

Il massimo sforzo normale agente sul palo di fondazione vale:


$N = 313 \text{ t}$

Di seguito si riporta il calcolo della portata del palo:

CALCOLO PORTANZA GEOTECNICA PALI DI FONDAZIONE										
Caratteristiche geometriche								Verifica:	a lungo termine	
Intervento:	Cavalcavia 1		Diametro:	[m]	1.50					
Profondità testa:	[m]	0.00	Area trasv:	[mq]	1.77					
Lunghezza:	[m]	15.00	Area lat. unitaria:	[mq]	4.71					
Profondità punta:	[m]	15.00	Area lat. totale:	[mq]	22.21			profondità falda [m]:		25.00
Caratteristiche terreni										
Strato	Nome	Tipo	spessore strato	peso specifico	angolo di attrito	coesione non drenata	coesione efficace	angolo di attrito terreno-palo	fattore di aderenza	coefficiente di spinta
			h	γ	φ	C u	C'	μ	α	k
			[m]	[t/mc]	[°]	[t/mc]	[t/mc]	[°]		
1	Terreno agrario	I	1.10	1.90	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0.40
2	Sabbia	I	2.20	1.90	32.0	0.00	0.10	32.0	0	0.40
3	Marne argillose	C	5.30	1.80	20.0	0.00	0.40	20.0	0	0.40
4	Argilla	C	6.40	1.90	26.0	0.00	0.27	26.0	0	0.40
5										
6										
7										

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Portata laterale									
S trato	Nome	z media	tensione litostatica z media	pressione piezometrica	tensione efficace z media	tangente angolo di attrito terreno-palo	area laterale palo per lo strato i-esimo	Portanza laterale unitaria	Portata laterale
		[m]	[t/mq]	u(z1) (t/mq)	σ' v(z1) [t/mq]	tgμ [°]	Ai [mq]	qli [t/mq]	Q _{lat} [t]
1	Terreno agrario	0.55	1.05	0.00	1.05	0.00	5.18	0.00	0.00
2	Sabbia	2.20	4.18	0.00	4.18	0.62	10.37	1.04	10.83
3	Marne argillose	5.95	11.04	0.00	11.04	0.36	24.98	1.61	40.14
4	Argilla	11.80	21.89	0.00	21.89	0.49	30.16	4.27	128.80
5	0.00	15.00	27.97	0.00	27.97	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	15.00	27.97	0.00	27.97	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	15.00	27.97	0.00	27.97	0.00	0.00	0.00	0.00
							Totale portata laterale:		179.77
Portata alla punta									
profondità punta	Tipo terreno punta	coesione alla punta	angolo di attrito terreno punta	coefficienti di carico limite	coefficienti di carico limite	Tensione litostatica efficace alla punta	Portanza unitaria alla punta	Portanza totale alla punta	
z		C'	φ	Nc	Nq	σ' v	qp	Q _{pt}	
[m]		[t/mc]	[°]			(t/mq)	[t/mq]	[t]	
15.00	C	0.27	26.00	0.00	12.11	27.97	338.66	598.46	
PORTATA TOTALE									
Portanza laterale	Portanza alla punta	ξ	γ _R laterale	γ _R punta	Portanza di calcolo				
Q _{lat}	Q _{pt}				Q _d				
[t]	[t]				[t]				
180	598	1.7	1.15	1.35	353				

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcavia 1 – Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

6. Conclusioni

Si riporta il riassunto dei risultati riscontrati durante i precedenti calcoli:

Travi in c.a.p.				Soletta			
	σ_{max}	σ_{min}	γ	Resistenze		Sollecitazioni	
	[kg/cmq]	[kg/cmq]		Mrd(-)	Mrd(+)	Msd(-)	Msd(+)
				[tm]	[tm]	[tm]	[tm]
Mezzeria	105.75	5.04	1.06				
Appoggio	42.22	9.91	3.7	-7.76	7.76	-3.32	5.06