

S.S. n.131 "Carlo Felice"
Completamento itinerario Sassari – Olbia

Potenziamento–Messa in sicurezza dal km 192+500 al km 209+500

1° lotto (dal km 193 al km 199)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA349

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Frasca

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



OPERE D'ARTE MAGGIORI
VIADOTTO – VI01_SVINCOLO SV01 FLORINAS
Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPCA0349 D 20

NOME FILE

CA349_P00VI01STRRE01_A

CODICE ELAB.

P00VI01STRRE01

REVISIONE

A

SCALA:

—

D

C

B

A

REV.

EMISSIONE

DESCRIZIONE

NOV.2020

F.SALUTE

G.PIAZZA

G. PIAZZA

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

INDICE

1	GENERALITA'	6
1.1	OGGETTO.....	6
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	6
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	6
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	6
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	7
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	11
3	NORME TECNICHE	11
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	12
4.1	CALCESTRUZZI	12
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	12
4.1.2	<i>Copriferrini nominali</i>	13
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	15
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	16
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRICALDATE	18
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	18
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	18
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	19
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	19
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i>	19
4.4	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON.....	20
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i>	20
4.5	GIUNZIONI BULLONATE	20
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i>	20
4.6	GIUNZIONI SALDATE	21
5	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	22
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	22
5.2	ANALISI DEI CARICHI IMPALCATO CARREGGIATA	22
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i>	23
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i>	24
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3</i>	25
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3</i>	26
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4</i>	29
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1</i>	29
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3</i>	32
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4</i>	33
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i>	33
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7</i>	36
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8</i>	40
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i>	42
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E</i>	42
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	46
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i>	46
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica</i>	49
6	ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....	50
6.1	CRITERI DI CALCOLO	50
6.1.1	<i>Analisi globale</i>	50
6.1.2	<i>Analisi locali</i>	52
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE	52
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello</i>	53
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto</i>	54
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	66
6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU</i>	66

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

6.3.2	Verifiche SLE "a respiro" delle anime	74
6.3.3	Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali	75
6.3.4	Verifiche a fatica	77
6.3.5	Verifiche SLU delle saldature longitudinali	84
6.3.6	Verifiche delle connessioni a pioli.....	85
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA	87
6.5	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A.	89
6.5.1	Verifica delle predalles in fase di autoportanza	89
6.5.2	Verifiche della soletta in esercizio (2° fase).....	96
7	ANALISI E VERIFICA DELLE SPALLE	126
7.1	ANALISI DELLA PALIFICATA	126
7.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	127
7.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	128
7.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	132
7.4.1	Zattera di fondazione	133
7.4.2	Mensola posteriore	133
7.4.3	Muro frontale.....	133
7.4.4	Paraghiaia.....	133
7.4.5	Muri di risvolto.....	134
7.4.6	Verifiche di resistenza a taglio.....	135
8	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	136
8.1	APPARECCHI DI APPOGGIO	136
8.1.1	Carichi verticali trasmessi dall'impalcato	136
8.1.2	Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato	137
8.2	ESCURSIONI DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO E DEI GIUNTI DI DILATAZIONE.....	138
8.3	RIEPILOGO CARATTERISTICHE DI PROGETTO DISPOSITIVI DI VINCOLO E GIUNTI	139
9	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI	141
9.1	CRITERI DI CALCOLO	141
9.1.1	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione	142

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

9.1.2	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione	146
9.1.3	Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione	147
9.1.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	147
9.1.5	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale	153
9.1.6	Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato	156
9.1.7	Verifiche SLE - Cedimenti della palificata	159
9.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	159
9.2.1	Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....	159
9.2.2	Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....	159
9.2.3	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....	160
9.2.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	160
9.2.5	Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata	161
10	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	162
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	162
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	162
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	162
10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	162
10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	162
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	162
11	ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....	164
12	ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA	165
13	ALLEGATO 3 – IMPALCATO– TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU.....	166
14	ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI	167
15	ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI	168

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

16	ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI	
	169	
17	ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA DESTRA	170
18	ALLEGATO 8 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI	171
19	ALLEGATO 9 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....	172

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "VI-01" dalla progressiva km 1+171.05 alla progressiva km 1+201.05, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S. 131 Carlo Felice – Completamento itinerario Sassari-Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 – 1° lotto (dal km 193 al km 199)".

Il ponte è composto da due impalcati ad 1 campata di luce pari a 30.0 m misurata in asse appoggi spalle.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_n di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari).

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera si sviluppa in **clotoide**.

L'opera in esame è costituita da **due** impalcati distinti.

L'impalcato relativo alla **carreggiata sinistra** ha larghezza in **retto pari a 15.0 m** ed in obliquo da **21.98 m a 22.59 m**. La piattaforma stradale ha larghezza pari a **13.50 m** (strada **Extraurbana principale di Categoria B**, ai sensi del DM2001), fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m**.

L'impalcato relativo alla **carreggiata destra** ha larghezza in **retto variabile da 13.65 m a 13.20 m** ed in obliquo da **19.63 m a 20.11 m**. La piattaforma stradale ha larghezza variabile tra **11.70 m e 12.15 m** (strada **Extraurbana principale di Categoria B**, ai sensi del DM2001), fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m**.

Gli impalcati sono a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da **tre** travi metalliche principali di altezza costante pari a **1.70 m**.

La distanza trasversale tra le travi in retto è di **4.85 m x 2** per l'impalcato sinistro e **4.125 m x 2** per l'impalcato destro.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Gli sbalzi laterali dell'impalcato sinistro hanno luce variabile con un massimo di 2.67 m ed un minimo di 2.58 m per lo sbalzo dx e variabile con un massimo di 2.93 m ed un minimo di 2.57 m per lo sbalzo sinistro.

Gli sbalzi laterali dell'impalcato destro hanno luce di 2.625 m per lo sbalzo sx e variabile con un massimo di 2.625 m ed un minimo di 2.05 m per lo sbalzo destro.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (COR-TEN).

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata (orientati trasversalmente alle travi principali e posti ad interasse 5.00 m) ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio (orientati con un'inclinazione di 137° rispetto all'asse dell'impalcato).. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

Per quanto attiene i collegamenti, i concetti delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio. Al termine della maturazione dei getti della soletta d'impalcato i controventi dovranno essere tassativamente rimossi.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale.

La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave ad 1 campata su 2 allineamenti di appoggio.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:

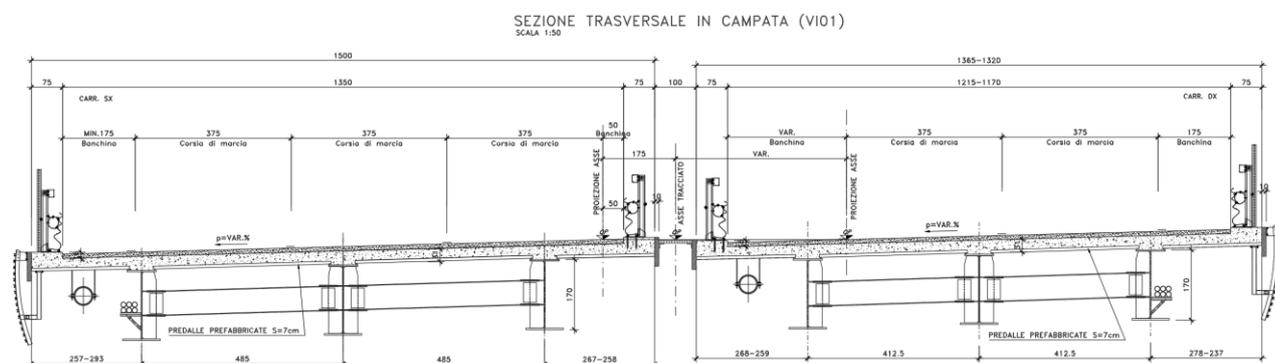


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato in campata

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio-teflon a disco elastomerico confinato.

L'allineamento fisso per azioni orizzontali longitudinali è stato ubicato sulla spalla SPA.

Di contro, le azioni orizzontali trasversali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.

Le spalle del ponte sono di tipo tradizionale con:

- muro frontale di altezza variabile da 6.03 m a 7.00 m e spessore del paramento pari a 1.90 m;
- paraghiaia di spessore 60 cm, debitamente arretrato rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire un varco di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Ciascuna spalla (SPA – SPB) è costituita da 2 parti, corrispondenti ai due impalcato, realizzate in due fasi diverse e giuntate tra loro. Pertanto, ai fini del calcolo e delle verifiche tali sottostrutture sono state analizzate separatamente.

Per il dimensionamento dei muri d'ala prefabbricati si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

Le fondazioni delle spalle sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m con pali di diametro $\phi 1200$ in numero di:

- **carreggiata sinistra: 21 (7 x 3)** per la spalla SPA e SPB.
- **carreggiata destra: 18 (6 x 3)** per la spalla SPA e SPB.

Per il dimensionamento delle opere provvisorie necessarie alla realizzazione delle sottostrutture del ponte si rimanda alla relazione di calcolo relativa alle opere provvisorie.

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

La realizzazione dell'impalcato e delle sottostrutture relative al viadotto in oggetto è prevista in due macrofasi.

Macrofase 1:

- Fase 1a: realizzazione della deviazione provvisoria e allargamento della carreggiata sinistra sud (direzione Cagliari) dopo il ponte esistente;
- Fase 1b: deviazione del traffico in esercizio a doppio senso su SS131 carreggiata sx sud esistente;
- Fase 1c: realizzazione delle paratie di micropali provvisorie a protezione degli scavi per la realizzazione delle strutture della carreggiata destra;
- Fase 1d: realizzazione degli scavi di prima fase e demolizione del ponte esistente sulla carreggiata destra;
- Fase 1e: realizzazione delle sottostrutture per la carreggiata destra;
- Fase 1f: realizzazione dell'impalcato (carpenteria metallica e soletta) della carreggiata destra;
- Fase 1g: realizzazione dei muri in terra armata provvisori in prosecuzione delle spalle, a sostegno del corpo stradale per successivi scavi di seconda fase;
- Fase 1h: completamento del corpo stradale della carreggiata destra.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Macrofase 2 (traffico sulla carreggiata destra nord realizzata nella microfase precedente):

- Fase 2a: realizzazione dello scavo di seconda fase (carreggiata sinistra);
- Fase 2b: realizzazione delle sottostrutture per la carreggiata sinistra;
- Fase 2c: realizzazione dell'impalcato (carpenteria metallica e soletta) della carreggiata sinistra;
- Fase 2d: completamento del corpo stradale della carreggiata sinistra.

La struttura in carpenteria metallica sarà montata a terra per macroconci, successivamente varati in quota con l'ausilio di autogru di adeguata portata. Le travi principali di ciascun macroconcio, saranno collegate alle porzioni già in opera mediante saldatura di testa a completa penetrazione.

La soletta in c.a. è prevista gettata in opera utilizzando coppelle prefabbricate autoportanti in c.a. contenenti le armature trasversali d'intradosso. Le coppelle sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi, dove saranno posizionati i connettori a piolo.

Una volta disposte le coppelle sulla travata metallica si provvede alla posa dell'armatura integrativa e quindi al getto di completamento.

Le fasi di getto della soletta in direzione trasversale sono appresso dettagliate:

- Fase 1a: getto delle parti di soletta comprese tra le travi e degli sbalzi per 1.0 m dall'asse delle travi;
- Fase 1b: getto di completamento degli sbalzi.

In direzione longitudinale si effettueranno dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti in corrispondenza delle spalle. Successivamente, si provvederà alla realizzazione dei cordoli e delle finiture.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

Altresì, ci si è riferiti agli Eurocodici secondo quanto specificato nel prosieguo della relazione.

Ulteriori riferimenti sono rappresentati dai seguenti documenti:

- [D_5]. Sètra – Eurocodes 3 and 4. Application to steel-concrete composite road bridges (july 2007).
- [D_6]. Sètra –Abaques pour la flexion locale de la dalle d'un bipoutre à entretois. Ouvrages d'art. (n.54 – mars 2007).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D_4], che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Analogamente è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati (SO_4^{2-}) nei terreni, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

Classe di esposizione per i terreni

PARAMETRO	U.M.	S1 PZ	S3 DH	S8	S12 PZ	Classi di esposizione		
		CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-1.65 m)	CLS1 (0-1 m)	XA1	XA2	XA3
Solfato (ione solfato)	%	0,211	0,198	0,131	0,228	2000-3000	3000-12000	12000-24000
Acidità	ml CaCO ₃ /kg	0.00042	0.00027	0.00029	0.0004	200	non incontrato	

Le concentrazioni di solfati rilevate permettono di definire per le membrature di fondazione una classe di esposizione XA1.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)							
CALCESTRUZZO PER	Magrone di sottofondazione	Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle e pile	Elevazioni - Spalle, pile e pulvini	Baggioli	Predalle prefabbricate	Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale	-	XC2 - AX1	XC2 - AX1	XC4	XC4	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	32	32	25	25	12	25
	Dlower	20	20	16	16	8	16
Classe di consistenza	-	S5	S4	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento	-	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	150	340***	340** - ***	340**	360	360	360

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

** I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

*** cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

C _{min}	C ₀	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C _{≥C₀}	C _{min<C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min<C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min<C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min<C<C₀}
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC	2
Vita nominale dell'opera	V_N	anni 50

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

ambiente	barre da c.a.						cavi da c.a.p.					
	elementi a piastra			altri elementi			elementi a piastra			altri elementi		
	R_{ckmin}	R_{ck0}	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	30	35	
aggressivo	37	50	25	30	20	35	35	40	40	40	45	
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50	50	

Elemento		Sotfondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini e baggioli	Solette Impalcato predalle	Solette Impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1	1	1	1	1
Elemento a piastra		NO	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione		XC2 - XA1	XC2 - XA1	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente		aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40	40	40	45	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30	30	35	30	30
incremento Per $V_n=100$ (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	5	10
copriferro nominale	mm	45	40	40	45	30	40

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

Relativamente alle predalle prefabbricate, trattandosi di elementi prodotti con sistemi sottoposti a controlli di qualità che comprendono la verifica dei copriferri, i valori minimi della Tab. C4.1.IV sono stati ridotti di 5 mm. Analogamente, per questi elementi le tolleranze di posa sono state limitate a 5 mm.

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra e particolarmente per le opere di sottofondazione. In questo caso, si è fatto riferimento alla indicazione dell'EC2 (EN 1992-1-1), che fissa a 75 mm il valore da garantire per il copriferro di opere gettate direttamente contro il terreno:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini e baggioni	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	75	40	40	45	30	40

Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Calcestruzzo C35/45:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C35/45
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	45
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	35
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	43.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	3.21
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.25
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	4.17
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.85
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	34077

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.50

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	21.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	15.75
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.67

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	3.37
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	2.36

4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni aggressive: per le verifiche a fessurazione della soletta, delle elevazioni di pile e spalle (classe di esposizione XC4) e per le verifiche a fessurazione delle fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione XA1).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

In alcuni casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre ϕ [mm]	Tensione max acciaio σ_s [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI				
	Var	unità		
coefficiente γ_s	γ_s		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO				
	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

4.3 Acciaio per carpenteria metallica

4.3.1 Qualità dell'acciaio

La carpenteria metallica sarà realizzata in Acciaio del tipo autoprotetto (COR-TEN) delle seguenti caratteristiche:

Acciaio per strutture principali:

Elementi principali composti per saldatura o soggetti a saldatura:

- Acciaio **S355J0 W +N – UNI EN10025-5/2005** per spessori ≤ 20 mm;
- Acciaio **S355J2 W +N – UNI EN10025-5/2005** per spessori $20 \text{ mm} < t \leq$ di **40** mm;
- Acciaio **S355K2 W +N – UNI EN10025-5/2005** per spessori $t >$ di **40** mm.

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio **S355J0 W+N – UNI EN10025-5/2005**.

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio **S355J0 W+N – UNI EN10025-5/2005**.

4.3.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				S355
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	355
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	335
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Modulo elastico		Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	408.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

4.4 Connettori a piolo tipo Nelson

4.4.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

Acciaio **S235J2G3 + C450** o similare (ST37 – 3K DIN 50049).

4.4.2 Resistenze di progetto

CONNETTORI A PIOLO	Var	unità	
Qualità dell'acciaio			ex ST37-3K (S235J2+C)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	≥ 350
Tensione caratteristica di rottura	f_{uk}	Mpa	≥ 450
Allungamento percentuale a rottura	A	%	≥ 15
Strizione	St	%	≥ 50

4.5 Giunzioni bullonate

4.5.1 Qualità dell'acciaio

Tutte le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloneria da precarico ad Alta Resistenza (AR), conforme alla norma UNI EN 14399-1 e alle NTC2018 e recante marchiatura CE.

I bulloni avranno le seguenti caratteristiche:

- Viti di **Classe 10.9** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 898-1;
- Dadi **Classe 10** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 20898-2;
- Rondelle (rosette) secondo UNI EN 14399-6.

Le giunzioni bullonate dei collegamenti tra travi principali e trasversi saranno del tipo **ad attrito**.

Le giunzioni bullonate dei controventi a croce saranno del tipo **a taglio**.

In ogni caso i collegamenti bullonati devono essere a **serraggio controllato** con bulloni caratterizzati da classe k pari a **K₂** (bulloneria da precarico).

4.5.2 Resistenze di progetto

Classe di resistenza della vite				10.9
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,bk}$	Mpa		900
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,bk}$	Mpa		1000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità		
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni γ_{m2}	γ_{m2}			1.25
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite (A_{res}) $f_{v,Rd} = fac f_{t,bk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa		400
Resistenza unitaria a taglio - gambo NON filettato della vite (A) $f_{v,Rd} = 0.6 f_{t,bk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa		480
Resistenza unitaria a trazione - $f_{t,Rd} = 0.9 f_{t,bk} / \gamma_{m2}$	$f_{t,Rd}$	MPa		720
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLU γ_{m3}	γ_{m3} SLU			1.25
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE γ_{m3}	γ_{m3} SLE			1.10
Unioni ad attrito - coefficiente γ_{m7} - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza	γ_{m7}			1.00
Unioni ad attrito - Forza unitaria di "precarico" $f_{p,Cd} = 0.7 f_{t,bk} / \gamma_{m7}$	$f_{p,Cd}$	MPa		700
Unioni ad attrito - coefficiente di attrito μ	μ			0.30
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLU $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLU	MPa		168
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLE $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLE	MPa		191

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

4.6 Giunzioni saldate

Tutte le giunzioni per [l'assemblaggio dei conci delle travi principali](#), sia quelle da eseguire in officina che quelle da eseguire in cantiere, **saranno di tipo saldato a completa penetrazione di 1° classe.**

I procedimenti di saldatura, i materiali di apporto e i controlli dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle NTC2018.

Le specifiche e la sequenza esecutiva delle saldature a completa penetrazione saranno concordate con l'I.I.S.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

5 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

5.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

Le azioni di progetto, in accordo con quanto previsto dal capitolo 5 "Ponti" delle NTC2018, vengono di seguito elencate:

Azioni permanenti:

- Peso proprio degli elementi strutturali: g1
- Carichi permanenti portati (pavimentazione, cordoli/marciapiedi, barriere acustiche (ove previste), barriere di sicurezza stradale, parapetti, finiture, sistema di smaltimento acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili) g2
- Altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, etc.) g3

Distorsioni e deformazioni impresse:

- Distorsioni e presollecitazioni di progetto: ε1
- Effetti reologici - ritiro: ε2
- Effetti reologici - viscosità: ε3
- Cedimenti vincolari: ε4

Azioni Variabili da traffico:

- Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici (Schemi di carico 1 ÷ 5): q1
- Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturale: q2
- Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: q3
- Azione centrifuga: q4

Altre Azioni Variabili:

- Azioni di Neve e di Vento: q5
- Azioni idrodinamiche: q6
- Azioni della temperatura: q7
- Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio: q8
- Resistenze parassite dei vincoli: q9

Azioni sismiche:

E

Azioni eccezionali:

A

Nel prosieguo vengono analizzate solo le azioni prese in considerazione ai fini della progettazione delle strutture in esame.

5.2 Analisi dei carichi impalcato carreggiata

Nella determinazione dei valori delle azioni si è tenuto conto dei seguenti pesi unitari dei materiali:

- Strutture in cemento armato: $\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Strutture in acciaio: $\gamma_{acciaio} = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Pavimentazione: $\gamma_{pav} = 24.0 \text{ kN/m}^3$

Di seguito si riporta l'analisi delle azioni agenti sulle strutture con riferimento al loro valore caratteristico (k).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

5.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

5.2.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato

Impalcato destro

Nell'ambito dell'analisi globale delle travi principali d'impalcato, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando un coefficiente maggiorativo pari a **1.53** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta comprensiva delle predalle è pari a:

- Soletta in c.a.: $(13.65 \times 0.31) \times 25.0 = 105.8$ kN/ml

Tenendo conto dell'eccentricità della soletta rispetto al baricentro delle travi principali, il carico agente su ciascuna trave, generato dal peso della soletta, risulta pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	35.01	35.26	35.52

Nell'ambito dell'analisi delle sottostrutture è stato considerato il seguente peso proprio delle strutture di carpenteria metallica d'impalcato:

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $2.5 \times 13.65 = 34.1$ kN/ml

Si ottiene pertanto un peso proprio complessivo delle strutture d'impalcato pari a:

$$Pg1a = 34.1 + 105.8 = 139.9 \text{ kN/m}$$

Impalcato sinistro

Nell'ambito dell'analisi globale delle travi principali d'impalcato, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando un coefficiente maggiorativo pari a **1.71** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta comprensiva delle predalle è pari a:

- Soletta in c.a.: $(15.0 \times 0.31) \times 25.0 = 116.25$ kN/ml

Tenendo conto dell'eccentricità della soletta rispetto al baricentro delle travi principali, il carico agente su ciascuna trave, generato dal peso della soletta, risulta pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	42.11	38.75	35.39

Nell'ambito dell'analisi delle sottostrutture è stato considerato il seguente peso proprio delle strutture di carpenteria metallica d'impalcato:

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $2.50 \times 15.0 = 37.50$ kN/ml

Si ottiene pertanto un peso proprio complessivo delle strutture d'impalcato pari a:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

$$Pg1a = 37.50 + 116.25 = 153.75 \text{ kN/m}$$

I valori ottenuti per l'impalcato sinistro sono maggiori rispetto a quelli ottenuti per il destro.

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle spalle è stato computato nell'ambito delle rispettive analisi e verifiche, condotte con l'ausilio di specifici fogli di calcolo di Excel.

5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

Il peso della pavimentazione, comprensivo dello strato di impermeabilizzazione estradossale, è pari a:

$$g_{2,pav} = 0.09 \times 24.0 = 2.16 \text{ kN/mq}$$

approssimando per eccesso, nelle analisi si considera il valore di 3.0 kN/mq.

Sono state prese in considerazione due configurazioni:

- la prima (g_{2max_tr}), relativa alla sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento, carter metallico e barriera integrata montata solo ove presente, determina il massimo carico verticale sulla singola trave principale ed è stata implementata nelle analisi globali delle strutture d'impalcato.
- la seconda (g_{2max_imp}), relativa alla sezione trasversale d'impalcato completa di tubazioni di smaltimento su entrambi i lati, corrisponde al massimo carico verticale complessivamente agente sulle strutture d'impalcato ed è stata implementata nelle analisi delle sottostrutture;

Le analisi dei carichi permanenti portati relative all'impalcato sono appresso illustrate:

Impalcato destro

<i>Analisi dei carichi</i>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-6.43	-24.11
cordolo dx	kN/m	3.75	6.47	24.26
pavimentazione	kN/m	36.45	0.02	0.73
barriera integrata/guard-rail sx	kN/m	1.50	-6.56	-9.83
barriera integrata/guard-rail dx	kN/m	1.50	6.60	9.89
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-6.66	-3.33
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	6.70	3.35
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-6.06	-9.08
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	6.10	0.00
velletta sx	kN/m	1.40	-6.81	-9.53
velletta dx+carter	kN/m	2.90	6.85	19.85
Sommario		53.75	0.04	2.20

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
cordoli	kN/m	2.48	2.50	2.52
pavimentazione	kN/m	12.06	12.15	12.24
guard-rail/barriera integrata	kN/m	0.99	1.00	1.01
reti/parapetti	kN/m	0.33	0.33	0.34
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.60	0.50	-0.60
velette	kN/m	0.18	1.43	2.68
Totale permanenti portati	kN/m	17.65	17.92	18.18

Impalcato sinistro

Analisi dei carichi		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-7.41	-27.77
cordolo dx	kN/m	3.75	6.85	25.67
pavimentazione	kN/m	40.50	-0.28	-11.34
barriera integrata/guard-rail sx	kN/m	3.00	-7.53	-22.59
barriera integrata/guard-rail dx	kN/m	1.50	6.97	10.46
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.00	-7.63	0.00
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	7.07	3.54
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-7.03	-10.55
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	6.47	0.00
veletta sx+carter	kN/m	2.90	-7.78	-22.56
veletta dx	kN/m	1.40	7.22	10.11
Sommano		58.80	-0.77	-45.04

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
cordoli	kN/m	2.72	2.50	2.28
pavimentazione	kN/m	14.67	13.50	12.33
guard-rail/barriera integrata	kN/m	2.75	1.50	0.25
reti/parapetti	kN/m	-0.20	0.17	0.53
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.59	0.50	-0.59
velette	kN/m	2.72	1.43	0.15
Totale permanenti portati	kN/m	24.24	19.60	14.96

I valori ottenuti per l'impalcato sinistro sono maggiori rispetto a quelli ottenuti per il destro.

5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

Gli effetti del rinterro sono stati determinati considerando un peso specifico del terreno:

$$\gamma_{rin} = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

5.2.3 Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3

La spinta delle terre sulle spalle fondate su pali è stata valutata in esercizio con riferimento al coefficiente di spinta a riposo del terreno retrostante.

Sono stati considerati i seguenti parametri:

peso di volume del materiale da rilevato stradale:

$$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

angolo d'attrito interno del rilevato stradale:

$$\phi = 35^\circ$$

coefficiente di spinta a riposo :

$$K_0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

In condizioni sismiche, la spinta delle terre è stata valutata in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.
 Il calcolo dei coefficienti di spinta è esplicitato nell'ambito delle verifiche delle spalle.

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3

5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

Dove:

- ϵ_{cs} è la deformazione totale per ritiro
- ϵ_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento
- ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno

La valutazione delle deformazioni sopra elencate è stata effettuata in accordo al punto §11.2.10.6 delle NTC2018 pervenendo ai seguenti valori:

Impalcato destro

Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	E_c	MPa	34077
spessore dei getti in opera	h_c	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	3.276
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	13.53
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	484
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ϵ_c		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	ϵ_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

Impalcato sinistro

Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	E_c	MPa	34077
spessore dei getti in opera	h_c	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	3.600
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	14.88
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	484
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ϵ_c		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	ϵ_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Gli effetti dovuti al ritiro iperstatico sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

$$N_r = - \varepsilon_{cs} \times A_c \times E_a / n_r$$

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

ε_{cs} la deformazione totale finale per ritiro;

A_c l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;

E_a modulo elastico dell'acciaio;

n_r coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni del ritiro.

z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di lungo termine dovute al ritiro.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

Impalcato destro

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo ($\varepsilon 2$)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.5630
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.563
Forza assiale d'estremità	N _{cr}	kN	-11643.4
Momento flettente d'estremità sx	M _{crsx}	kNm	6555.1
Momento flettente d'estremità dx	M _{crdx}	kNm	6555.1

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-3881.1	-3881.1
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2185.0	2185.0
Forza assiale d'estremità dx	kN	-3881.1	-3881.1
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2185.0	2185.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Impalcato sinistro

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.5630
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.563
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-12796.3
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	7204.1
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	7204.1

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4265.4	-4265.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2401.4	2401.4
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4265.4	-4265.4
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2401.4	2401.4

5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-cls a lungo termine

Gli effetti del ritiro e della viscosità sono valutati mediante l'adozione di un modulo elastico del calcestruzzo corretto:

$$E_c^* = \frac{E_{c0}}{1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0)}$$

Dove:

E_{c0} è il modulo elastico del cls a 28 giorni;

ψ_L è un coefficiente correttivo dipendente dal tipo di azione che per la valutazione degli effetti isostatici ed iperstatici del ritiro vale 0.55 mentre per la valutazione degli effetti indotti dai carichi permanenti vale 1.10;

$\phi(t, t_0)$ è il coefficiente di viscosità definito in accordo alle tabelle 11.2.VI e 11.2.VII delle NTC2018 in funzione di t_0

t_0 è assunto pari ad **1** giorno per la valutazione degli effetti dovuti dal ritiro, mentre è assunto pari a **60** giorni per la valutazione degli effetti dovuti ai carichi permanenti.

Le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni trasversali composte che schematizzano l'impalcato sono state definite omogeneizzando la soletta alla trave metallica. Per le azioni di lunga durata, sono stati definiti i rapporti modulati n_L in funzione del tipo di azione mediante la:

$$n_L = \frac{E_a}{E_c^*} = \frac{E_a}{E_{c0} / (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))} = n_0 (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))$$

Avendo indicato con $n_0 = E_a / E_{c0}$ il rapporto modulare per azioni di breve durata.

In ultima analisi si ottiene:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Impalcato destro e sinistro

Condizione di carico	Ψ_L	t_0 (giorni)	$\phi_c(\text{inf}, t_0)$	n_L
Ritiro	0.55	1	2.85	15.74
Carichi permanenti portati	1.10	60	1.32	15.06

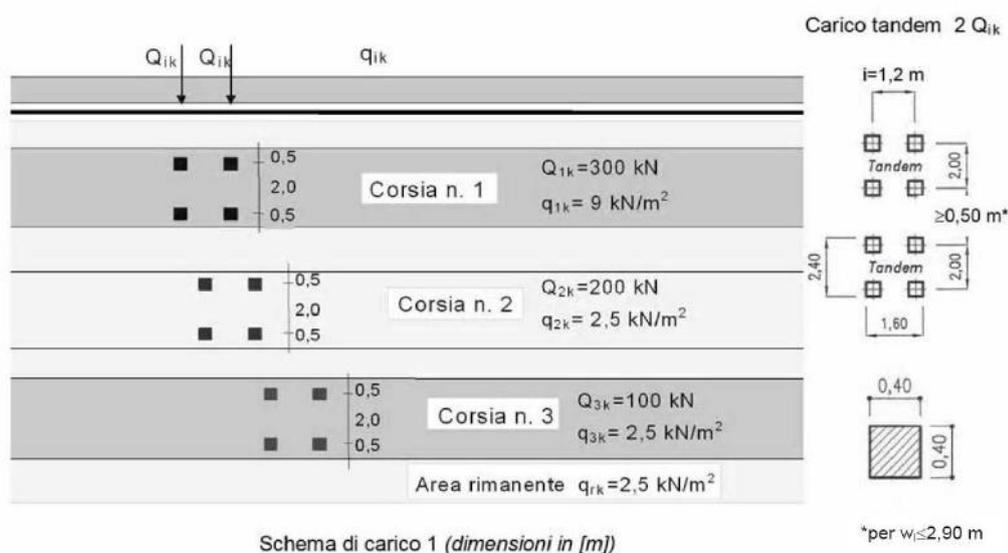
5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4

Trattandosi di impalcato a trave poggiata, gli effetti legati ai cedimenti degli appoggi sono nulli.

5.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC2018.

Per le analisi globali finalizzate al dimensionamento delle strutture di impalcato e delle sottostrutture si è fatto riferimento allo Schema di Carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato nella seguente figura:



Si considera un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa.

Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle richiamate nella Tab. 5.1.II delle NTC2018:

Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

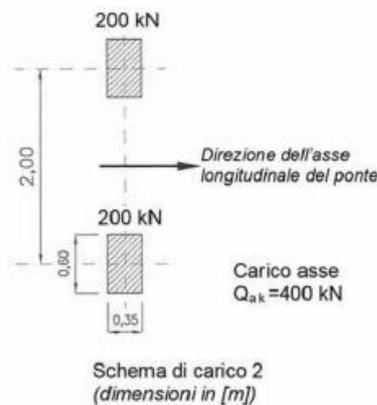
Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

Nel caso in esame, non essendo previsti marciapiedi, non è stato considerato lo Schema di carico 5, relativo alla folla, uniformemente distribuito di intensità pari a 5.0 kN/m^2 .

Per le verifiche locali della soletta d'impalcato è stato considerato anche lo Schema di carico 2 costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0.60 m ed altezza 0.35 m , come mostrato nella figura seguente:



Questo schema è stato considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa.

Le larghezze w_l delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente (fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I delle NTC2018):

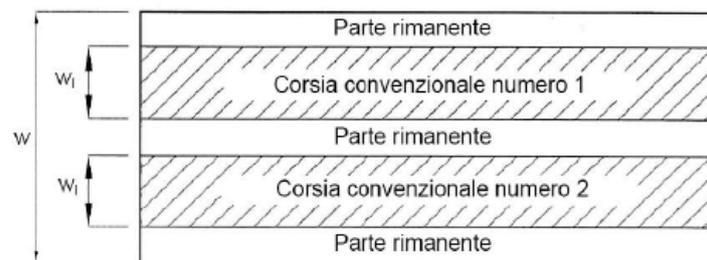


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

Larghezza della superficie carrabile "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40 \text{ m}$	$n_l = 1$	3,00	$(w - 3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0 \text{ m}$	$n_l = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_l)$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

5.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali impalcato

La disposizione delle corsie convenzionali nella carreggiata è stata scelta in modo da ottenere la situazione più gravosa sulla singola trave principale esaminata.

Sono state esaminate le seguenti configurazioni:

- *C1-sx*: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- *C2-sx*: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- *C3-sx*: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- *C4-sx*: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3 e parte rimanente), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- *C1-dx*: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine destro della carreggiata;
- *C2-dx*: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- *C3-dx*: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- *C4-dx*: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3 e parte rimanente), disposte a partire dal margine destro della carreggiata.

La distribuzione dei carichi accidentali sulle travi è determinata risolvendo il sistema **isostatico** costituito dalla soletta d'impalcato appoggiata in corrispondenza delle travi e determinando le reazioni di appoggio.

Impalcato destro

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili per le combinazioni da **C1-sx** a **C4-sx** (carichi mobili in **SX**):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	265.64	100.00	-65.64
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	370.00	166.67	-36.67
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	385.82	200.00	14.18
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	23.91	9.00	-5.91
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	27.82	11.50	-4.82
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	29.01	14.00	-1.01
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	28.73	14.98	1.24
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.63	0.33	0.03

La ripartizione dei carichi mobili sulle travi per le combinazioni da **C1-dx** e **C4-dx** è la seguente:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-67.09	100.00	267.09
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	-39.09	166.67	372.42
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	11.27	200.00	388.73
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-6.04	9.00	24.04
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	-4.99	11.50	27.99
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	-1.21	14.00	29.21
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	1.11	15.02	28.93
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.03	0.33	0.63

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi alla trave destra nel caso dei carichi mobili in destra.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Impalcato sinistro

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili per le combinazioni da C1-sx a C4-sx (carichi mobili in SX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	271.03	100.00	-71.03
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	389.86	166.67	-56.53
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	418.35	200.00	-18.35
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	24.39	9.00	-6.39
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	28.85	11.50	-5.85
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	30.99	14.00	-2.99
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	30.85	16.40	1.95
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.63	0.33	0.04

La ripartizione dei carichi mobili sulle travi per le combinazioni da C1-dx e C4-dx non è riportata poichè non dimensionante.

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi alla trave sinistra nell'impalcato sinistro.

5.2.6.2 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

- C1: impalcato impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C2: impalcato impegnato da 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture;
- C3: impalcato impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C4: impalcato impegnato da 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture.

5.2.6.3 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

In direzione longitudinale, i carichi sono stati applicati come suggerito dalle linee d'influenza in modo da ottenere gli effetti più sfavorevoli.

5.2.7 Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3

L'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q₃ è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 (2Q_{ik}) + 0.10 q_{ik} w_1 L \leq 900 \text{ kN}$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 445.1 \text{ kN}$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

5.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri), l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato nella Tab. 5.1.III delle NTC2018, essendo $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

Il carico concentrato q4, applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	q ₄ [kN]
R < 200	0,2 Q _v
200 ≤ R ≤ 1500	40 Q _v /R
1500 ≤ R	0

Nel caso in esame si trascurano gli effetti della forza centrifuga.

5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

Il carico di neve, non concomitante con i carichi da traffico, non risulta in alcun modo dimensionante nel caso in esame e non viene preso in considerazione.

Le azioni da vento sono state valutate secondo quanto specificato nel par. 3.3 delle NTC2018.

L'azione del vento è stata assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tale azione è stata considerata agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite.

La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposte al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

Per il calcolo dei coefficienti di forma si è fatto riferimento alla UNI-ENV 1991-2-4/1997:

$$C_{f,x} = C_{f,x,0} \cdot \psi_{\lambda,x}$$

Dove:

$C_{f,x,0}$ è il coefficiente di forma per snellezza infinita da determinarsi in base alle caratteristiche geometriche dell'impalcato ed al rapporto d/b in base alle figure sotto riportate:

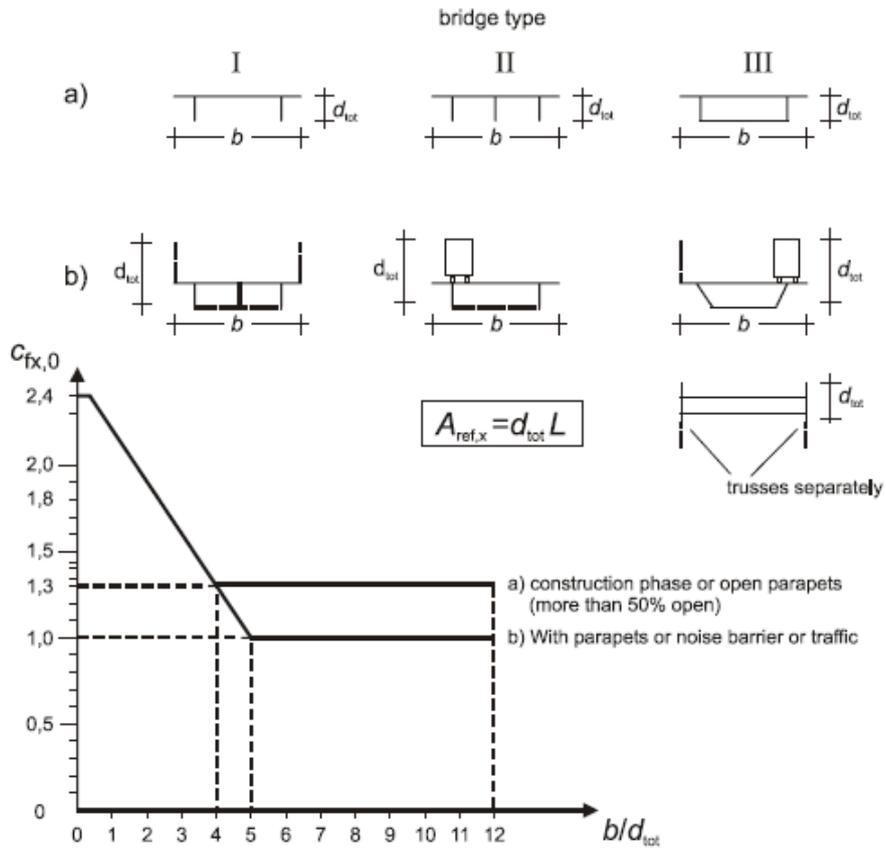


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $C_{fx,0}$

Il valore del fattore di riduzione $\psi_{\lambda,x}$ si ricava in funzione della snellezza effettiva λ e del rapporto di solidità ϕ dal grafico sottostante:

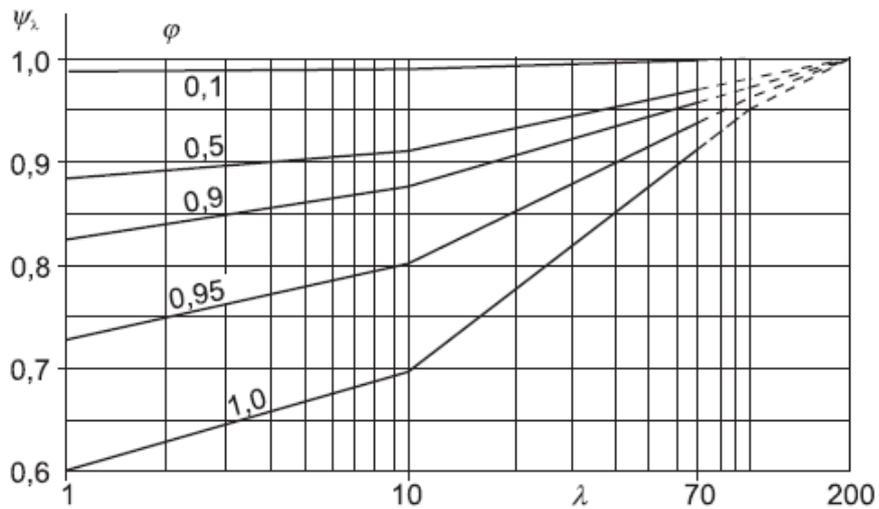


Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor ψ_{λ} as a function of solidity ratio ϕ versus slenderness λ

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Di seguito si riporta il calcolo delle azioni esercitate dal vento sulle strutture d'impalcato:

Impalcato destro

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	500
parametro ka	ka	l/sec)	0.02
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	350
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			II
coefficiente kr	kr		0.19
altezza di riferimento z0	z0	m	0.05
altezza di riferimento zmin	zmin	m	4.00
altezza dal suolo z	z	m	11.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.41
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.41
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.57
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.67
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.86
pressione del vento pile		kN/m2	1.42
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	31.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	4.21
Altezza impalcato carico	Hp2	m	5.11
Altezza centro di taglio	zg	m	1.86
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	7.0	0.25	1.8
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	9.5	0.70	6.6
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	7.0	2.11	14.8
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	9.5	2.56	24.3

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.21	0.00	0.21
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.81	0.00	0.81
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-1.79	0.00	1.79
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-2.94	0.00	2.94

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Impalcato sinistro

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	500
parametro ka	ka	l/sec)	0.02
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	350
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			II
coefficiente kr	kr		0.19
altezza di riferimento z0	z0	m	0.05
altezza di riferimento zmin	zmin	m	4.00
altezza dal suolo z	z	m	11.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.41
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.74
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.74
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	2.05
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	2.05
pressione del vento pile		kN/m2	1.42
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	31.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	7.21
Altezza impalcato carico	Hp2	m	7.21
Altezza centro di taglio	zg	m	1.86
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	14.8	1.75	25.9
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	14.8	1.75	25.9
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	14.8	3.61	53.3
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	14.8	3.61	53.4

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-2.67	0.00	2.67
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-2.67	0.00	2.67
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-5.50	0.00	5.50
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-5.51	0.00	5.51

5.2.10 Azioni della temperatura – q7

Le variazioni termiche agenti sulle strutture d'impalcato sono state adottate in accordo alla norma EN 1991-1-5.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Nell'analisi globale delle strutture d'impalcato e delle sottostrutture sono state considerate:

- una variazione termica positiva tra soletta e travi metalliche pari a $+10^{\circ}$;
- una variazione termica negativa tra soletta e travi metalliche pari a -10° .

La differenza di temperatura uniforme agente sulle strutture d'impalcato, considerata ai fini del dimensionamento dell'escursione longitudinale di dispositivi di appoggio e giunti di dilatazione, è stata valutata in base ai seguenti parametri:

Dati	Var	unità	SP
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	31.50
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	250
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{CS}		0.00015

La tipologia d'impalcato fa riferimento alla classificazione della EN 1991-1-5 (tipo 2 per impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo).

La zona climatica fa riferimento alla zonizzazione del territorio nazionale di seguito illustrata:

- Al fine della valutazione della temperatura dell'aria all'ombra a quote diverse da quella del mare, il territorio italiano è suddiviso in 4 zone climatiche:
- zona I (Valle d'Aosta, Piemonte Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige);
 - zona II (Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata);
 - zona III (Marche, Abruzzo, Molise, Puglia);
 - zona IV (Calabria, Sicilia).



Figura 5.1: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

I valori delle temperature massime e minime all'ombra al livello del mare, sono state desunte dalle seguenti mappe:

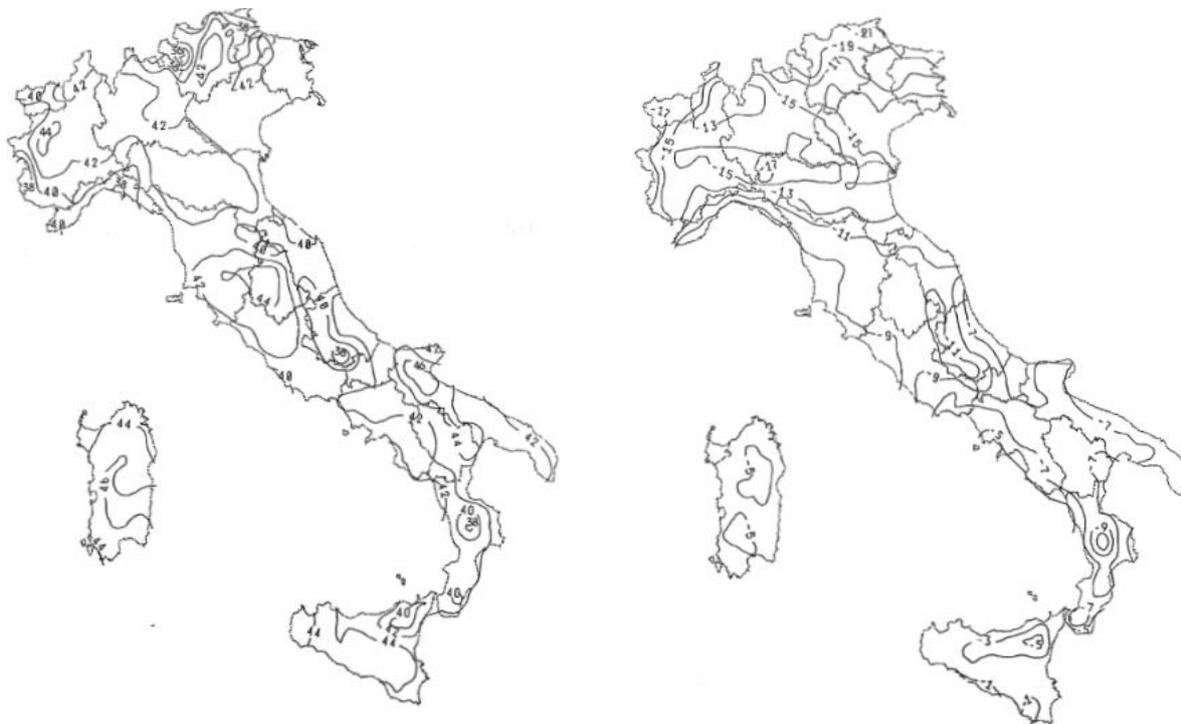


Figura 5.2: Temperature dell'aria massime T_{max} (sx) e minime T_{min} (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

Gli effetti dovuti alle variazioni termiche differenziali sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

Variazioni termiche positive:

$$N\Delta T+ = \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T+ = - N\Delta T+ \times z$$

Variazioni termiche negative:

$$N\Delta T- = - \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T- = N\Delta T- \times z$$

Essendo:

- α il coefficiente di dilatazione termica;
- A_c l'area della soletta gettata in opera;
- E_a modulo elastico dell'acciaio;
- n_0 coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni di breve termine.
- z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di breve termine.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Impalcato destro

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.340
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.340
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	11163.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-3796.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-3796.4
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-11163.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	3796.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	3796.4

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	3721.2	3721.2
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1265.5	-1265.5
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1265.5	-1265.5
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-3721.2	-3721.2
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1265.5	1265.5
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1265.5	1265.5

Impalcato sinistro

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.340
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.340
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	12267.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-4171.9
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-4171.9
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-12267.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	4171.9
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	4171.9

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4089.3	4089.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1390.6	-1390.6
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1390.6	-1390.6
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4089.3	-4089.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1390.6	1390.6
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1390.6	1390.6

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

Il sistema di forze orizzontali equivalenti all'effetto dell'azione d'urto sulla barriera di sicurezza stradale, secondo il paragrafo §5.1.3.10 delle NTC2018, può essere valutato alternativamente sulla base:

- delle risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto al vero, su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, mediante l'utilizzo di strumentazione idonea a registrare l'evoluzione degli effetti dinamici;
- del riconoscimento di equivalenza tra il sistema di forze e le azioni trasmesse alla struttura, a causa di urti su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, laddove tale equivalenza risulti da valutazioni teoriche e/o modellazioni numerico-sperimentali;

In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 e h_2 , dove $h_1 = (\text{altezza della barriera} - 0,10\text{m})$ e $h_2 = 1,00\text{ m}$.

La norma specifica altresì che nel dimensionamento degli elementi strutturali ai quali è collegata la barriera si deve tener conto della eventuale sovrapposizione delle zone di diffusione di tale sistema di forze, in funzione della geometria della barriera e delle sue condizioni di vincolo.

Per il dimensionamento dell'impalcato, le forze orizzontali così determinate devono essere amplificate di un fattore pari a 1.50, fermo restando che trattandosi di azione eccezionale, il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto del veicolo in svio deve essere assunto unitario.

Nel caso in esame, è previsto l'impiego di barriere di fornitura Anas con classe di contenimento H3-BP.

La tabella seguente riporta il calcolo del momento trasmesso dal singolo montante delle barriere di sicurezza alle strutture di sostegno in funzione della classe di contenimento:

Azioni da urto di veicolo in svio	Var	unità	H2BP	H3BP	H4BP
Profilo montante	Prof		C160x120x40x5	C160x120x40x5	C160x120x40x5
Interasse montanti	im	m	2.25	1.50	1.50
Altezza barriera	hb	m	1.355	1.51	1.56
Altezza piastre di rinforzo alla base	hpr	m	0.20	0.20	0.20
Spessore piastra di base	spb	m	0.015	0.015	0.015
Sovralzo cordolo su piano viario	hc	m	0.05	0.05	0.05
Altezza punto di applicazione dal piano viario	hq8	m	1.00	1.00	1.00
distanza tra punto di applicazione e cerniera plastica	bp	m	0.735	0.735	0.735
Modulo plastico di resistenza	Wp	mm ³	144480	144480	144480
tensione di snervamento acciaio	fyk	MPa	275	275	275
Momento plastico	Mp	kNm	51.7	51.7	51.7
Forza orizzontale associata a Mp: $H_p = M_p/bp$	Hp	kN	70.3	70.3	70.3
Mtot = Mp + Hp x (hc + spb + hpr)	Mtot	kNm	70.3	70.3	70.3

Il valore della forze è sempre lo stesso atteso che il profilo previsto per i montanti delle barriere Anas ha sempre le stesse caratteristiche.

Trattandosi di opere di nuova realizzazione è apparso conveniente riferirsi alle forze e schemi di applicazione delle forze d'urto previste nel "Quaderno Anas n.1", per condizioni "ordinarie", che prevede l'applicazione di forze trasversali più elevate rispetto a quelle corrispondenti alla plasticizzazione dei montanti delle barriere Anas:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

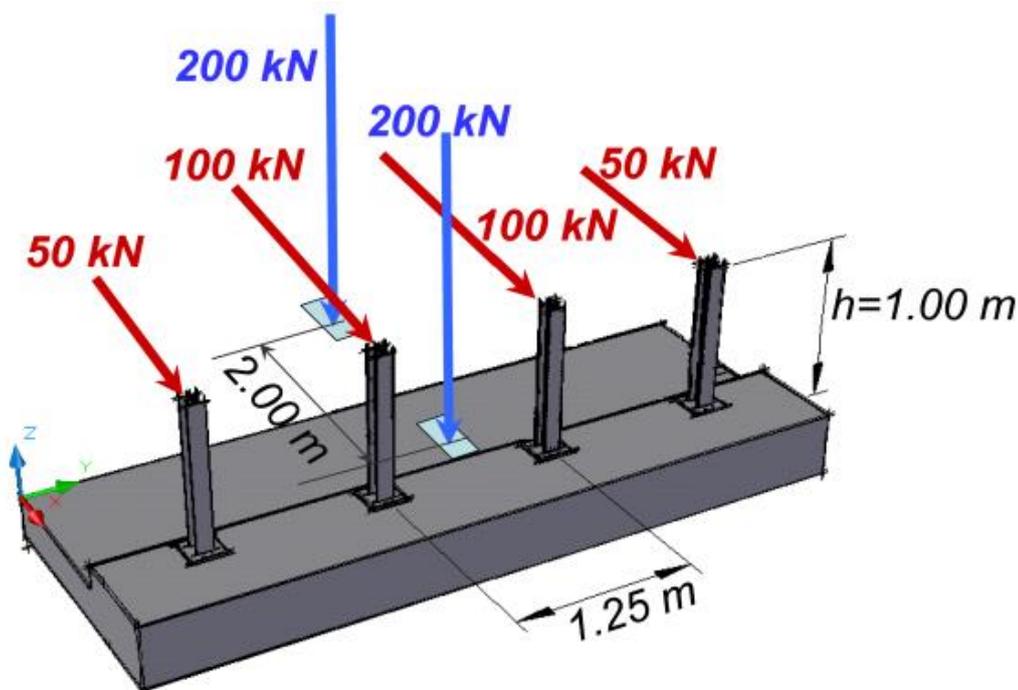


Figura 5.3: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

La condizione di progettazione "ordinaria" è raggiunta se sono verificati i seguenti aspetti:

- **connessioni tra barriere e strutture:** si ipotizza l'installazione di barriere metalliche vincolate alla struttura per mezzo di connessioni pseudo-duttile, ossia in particolare mediante l'utilizzo di 3 o 4 tirafondi in acciaio per ciascuna piastra alla base dei montanti della barriera, ancorati chimicamente al calcestruzzo e meccanicamente alla piastra con bulloni serrati (alla coppia di serraggio stabilita dal manuale di installazione della barriera);
- **traffico stradale:** l'aliquota relativa ai veicoli pesanti è contenuta entro il 30% del flusso totale di traffico; le velocità praticate sono coerenti con la velocità di progetto della strada, per quanto riguarda i veicoli leggeri, e con i limiti legali di velocità per i veicoli pesanti;
- **configurazione geometrica della strada:** si fa riferimento a tratti stradali in rettilineo ed in orizzontale ovvero caratterizzati da andamento planimetrico e altimetrico della strada poco differente da tali condizioni.

Il sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinaria prevede:

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezz'area della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

5.2.12 Resistenze parassite dei vincoli – q9

Le resistenze parassite dei vincoli sono state valutate assumendo per gli apparecchi di appoggio un coefficiente di attito pari al 3% dell'intensità dei carichi verticali dovuti al peso proprio ed ai permanenti portati. Sull'allineamento fisso per il rispetto delle condizioni di equilibrio, si esercita una reazione pari alla somma delle azioni parassite che si sviluppano in corrispondenza dei mobili, ma di segno opposto.

5.2.13 Azioni sismiche – E

5.2.13.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione Sardegna utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

TUTTE LE OPERE

Vita Nominale	$V_N =$	50	anni
Classe d'uso	$Cl =$	IV	
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0	
Periodo di riferimento	$V_R =$	100	anni

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	60	0.026	2.685	0.300
SLD	101	0.032	2.729	0.307
SLV	949	0.061	2.976	0.371
SLC	1950	0.072	3.061	0.393

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

5.2.13.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

Gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali sono definiti dalle espressioni seguenti:

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

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_e(T)$ è l'accelerazione spettrale orizzontale;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \times S_T$, essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 5.1) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 5.2);
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_c = C_c \times T_c^*$ dove T_c^* è definito al § 3.2 e C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 5.1);
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale: $T_B = T_c / 3$
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \times (a_g / g) + 1.6$

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 5.1 – Espressioni per S_s e C_c

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tabella 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame si ha:

- Categoria di sottosuolo: **B**
- Categoria stratigrafica: **T2**

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto:

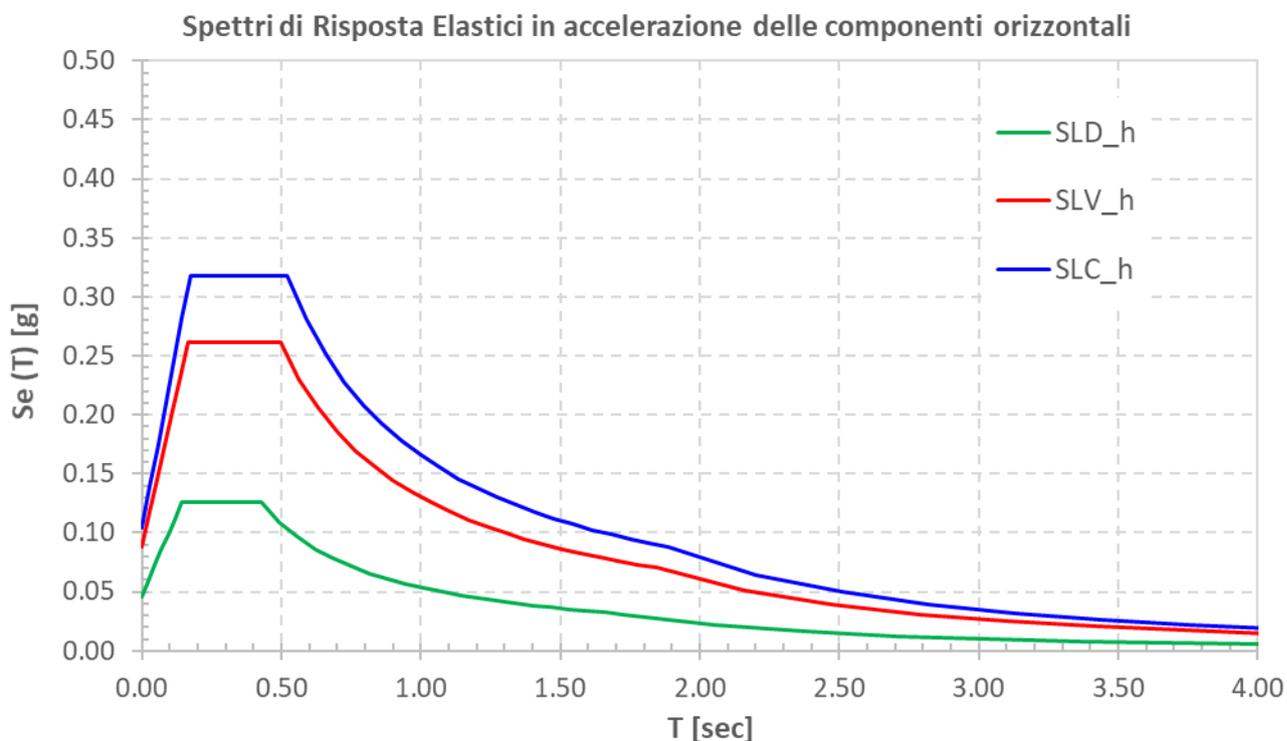


Figura 5.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [sec]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_s [-]	S_T [-]	S [-]	C_c [-]	d_g [m]	v_g [m/s]
SLD	0.032	2.729	0.307	0.143	0.428	1.728	1.20	1.20	1.44	1.39	0.008	0.031
SLV	0.061	2.976	0.371	0.166	0.497	1.844	1.20	1.20	1.44	1.34	0.020	0.069
SLC	0.072	3.061	0.393	0.174	0.521	1.888	1.20	1.20	1.44	1.33	0.025	0.085

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

Gli spettri di risposta elastici della componente verticale sono definiti dalle espressioni seguenti:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad [3.2.9]$$

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_{ve}(T)$ è l'accelerazione spettrale verticale;

F_v Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione $F_v = 1.35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0.5}$;

I valori di a_g , F_0 , S , η sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2018:

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione della componente verticale di progetto:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

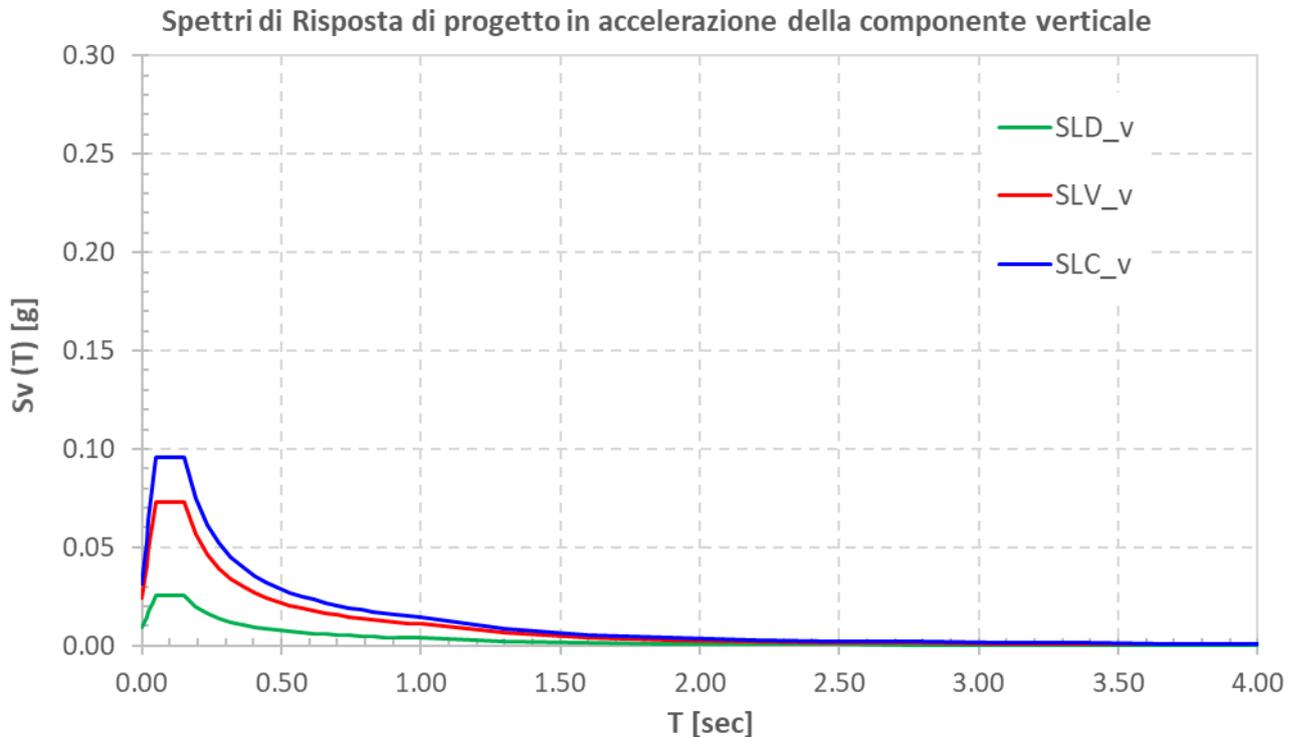


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	F_V [-]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_S [-]	S_T [-]	S [-]
SLD	0.032	2.729	0.659	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20
SLV	0.061	2.976	0.993	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20
SLC	0.072	3.061	1.110	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.4 Masse sismiche

In accordo al punto §5.1.3.12 delle NTC2018, Per determinare gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture si è fatto riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti portati, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

5.3 Combinazioni di Carico

5.3.1 Combinazioni di carico in esercizio

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni di cui ai gruppi di azioni 1, 2a e 2b della tabella 5.1.IV delle NTC2018:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La tabella 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU:

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	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

^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

Nel caso in esame, essendo i carichi permanenti non strutturali compitamente definiti sono stati adottati gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

I valori dei coefficienti ψ_0 , ψ_1 e ψ_2 per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018:

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 combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequentissimi)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanentissimi)
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

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLU sono le seguenti:

- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7b} + 1.50 \times 0.6 \times q_5$;
- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7a} + 1.50 \times 0.6 \times q_5$;

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-Rara sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7b} + 0.6 \times q_5$;
- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7a} + 0.6 \times q_5$;

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-FRequente sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7b}$;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

$$6. Fd = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7a}$$

Dove:

- G_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- G_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- ε_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- ε_4 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);
- q_{7a} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
- q_{7b} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
- Q_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q_5 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento delle spalle.

5.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

La risposta della struttura è stata calcolata per sisma agente in direzione orizzontale trasversale e longitudinale ed in direzione verticale.

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

$$E_I = E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_t = 0.30 E_{EI} \pm E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_v = 0.30 E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm E_{Ev}$$

Essendo:

E_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

Le azioni sismiche sono state combinate con i carichi permanenti secondo la seguente espressione:

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

Nelle verifiche di resistenza delle strutture d'impalcato è omessa la combinazione sismica in quanto non dimensionante.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

6.1 Criteri di calcolo

6.1.1 Analisi globale

6.1.1.1 Definizione del modello di calcolo

L'impalcato ha uno [schema statico di trave appoggiata](#) con luci pari agli interassi delle spalle misurati sull'asse stradale.

L'analisi strutturale è condotta [su una singola trave principale](#), sottoposta al peso proprio, ai sovraccarichi permanenti, alle distorsioni, all'aliquota dei carichi mobili che discende dalla ripartizione trasversale dei carichi ed alle azioni del vento.

Nello specifico, in considerazione dell'analisi dei carichi precedentemente illustrata, avendo assunto le medesime caratteristiche geometriche per le travi d'impalcato di entrambi gli impalcati, le verifiche faranno riferimento alla [trave principale sinistra dell'impalcato sinistro](#), più caricata rispetto alle altre.

La trave è discretizzata in conci di sezione costante, in modo da tener conto delle variazioni geometriche e della fessurazione della soletta.

La trave è stata vincolata rigidamente in corrispondenza degli allineamenti delle spalle.

6.1.1.2 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

L'analisi è stata condotta per fasi distinte per tenere conto dell'evoluzione dello schema statico e dell'evoluzione delle caratteristiche geometrico-inerziali della struttura nel tempo. In particolare, sono stati analizzati i seguenti modelli:

1. *Modello 1*: In cui le caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni sono ottenute considerando la sola struttura metallica. Con questo modello si valutano gli effetti dovuti ai pesi propri. Per quanto attiene l'impalcato il peso proprio è quello complessivo relativo alla carpenteria metallica, al peso delle predalles ed al peso del getto di completamento della soletta in c.a.;
2. *Modello 2*: In cui sono considerate le caratteristiche geometrico-inerziali della sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare $n_L = n_{inf}$. Con questo modello si valutano gli effetti dovuti alle azioni di lunga durata: i carichi permanenti.
3. *Modello 3*: In cui sono considerate le caratteristiche geometrico-inerziali della sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare $n_L = n_0$. Con questo modello si valutano gli effetti dovuti alle azioni di breve durata o impulsive: Azioni variabili da traffico, Vento.

Nei modelli 2 e 3 si è tenuto conto della riduzione di rigidità della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15% delle luci delle campate adiacenti e considerando comunque il contributo inerziale delle armature presenti entro la soletta collaborante.

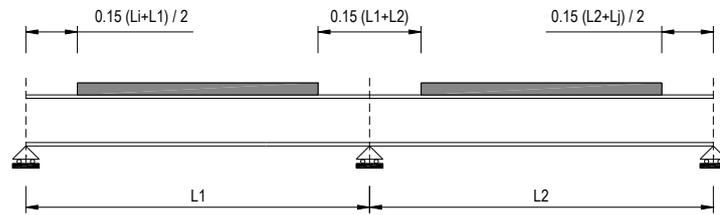


Figura 6.1. Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

6.1.1.3 Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica

Le larghezze collaboranti della soletta da considerare in fase di verifica delle sezioni composte sono state determinate come precisato nel par. §4.3.2.3 delle NTC2018.

La larghezza efficace b_{eff} della soletta è stata determinata con l'espressione:

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

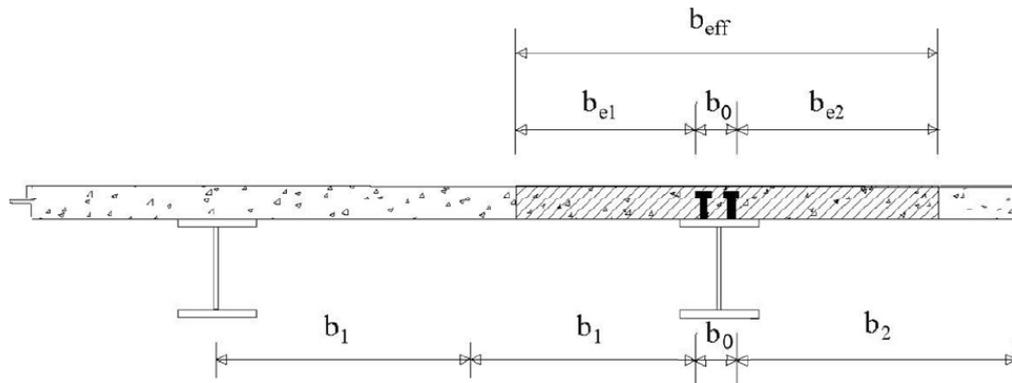


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

dove:

b_0 è la distanza tra gli assi dei connettori;

b_{ei} è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta pari al minimo tra b_i e $L_e/8$;

L_e nelle travi poggiate è la luce della trave, nelle travi continue è la distanza indicata nella fig. 4.3.2. delle NTC2018:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

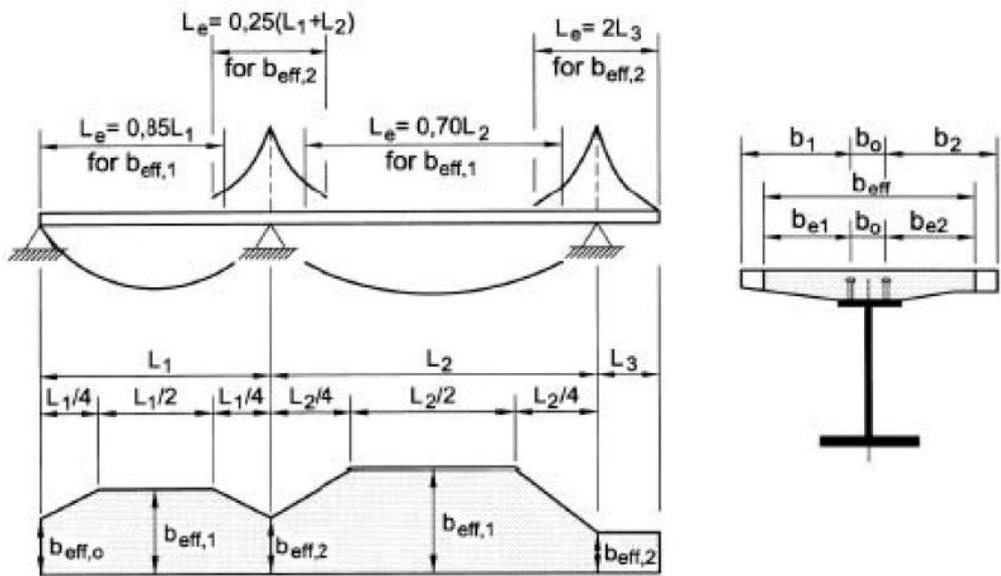


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} e luci equivalenti, L_e per le travi continue

Per gli appoggi di estremità la formula diviene:

$$b_{eff} = \beta_1 b_{e1} + \beta_2 b_{e2}$$

dove:

$$\beta_i = (0.55 + 0.25 L_e/b_{ei}) \leq 1.0$$

In fase di analisi è stata considerata una larghezza efficace costante sull'intera lunghezza di ogni campata e pari al valore ottenuto in mezzzeria (b_{eff1}) così come esposto in precedenza.

6.1.2 Analisi locali

Il calcolo della soletta è stato effettuato mediante un modello agli elementi finiti che la schematizza attraverso elementi tipo SHELL, vincolate in semplice appoggio in corrispondenza delle travi principali.

6.2 Analisi statica globale

L'analisi statica globale della trave continua è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:

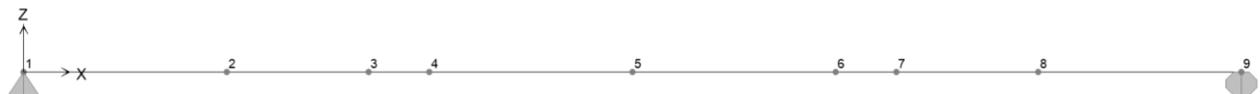


Figura 6.2. Geometria del modello di calcolo

6.2.1.1 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono le sezioni d'impalcato considerate in fase di analisi.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

I simboli corrispondono allo schema seguente:

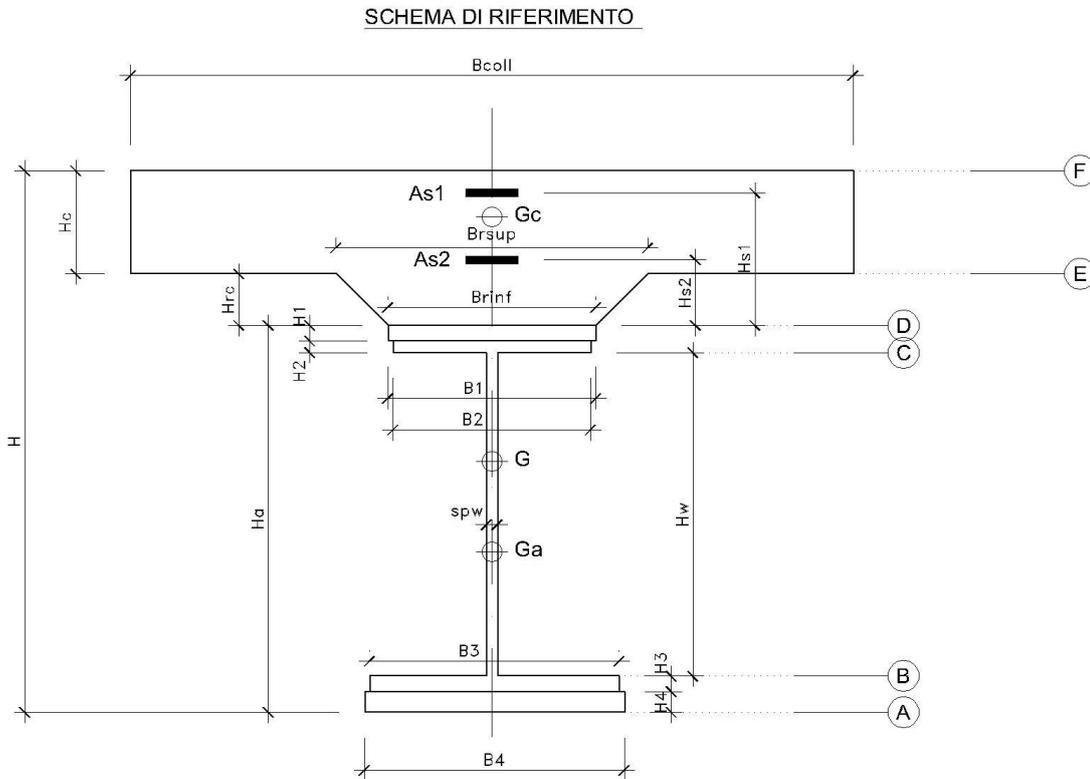


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

6.2.2 Applicazione dei carichi al modello

6.2.2.1 Peso proprio della struttura (Load G1) – fase 1

Il peso proprio della carpenteria metallica dell'impalcato è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando il coefficiente maggiorativo specificato al par. 5.2.1 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta, specificato al par. 5.2.1, è stato applicato quale carico uniformemente distribuito agli elementi che schematizzano la trave.

6.2.2.2 Carichi permanenti portati (Load G2) – fase 2

I carichi permanenti portati, specificato al par. 5.2.2, sono stati applicati quali carichi uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

6.2.2.3 Cedimenti vincolari (Load CED1, CED2, CED3 – Involuppi Comb: CED) – fase 2

Trattandosi di impalcato a trave poggiate, gli effetti legati ai cedimenti degli appoggi sono nulli.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

6.2.2.4 Ritiro (LOAD RIT) - fase 2

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni. Gli effetti del ritiro iperstatico, trattandosi di impalcati a trave poggiate, sono nulli.

6.2.2.5 Carichi mobili verticali (MOVE MVDX, MVSX) – fase 3

L'applicazione dei treni di carico nel modello avviene attraverso un apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti a uno o più treni di carico viaggianti lungo linee di carico (lanes) prefissate, che nel caso in esame corrispondono [all'asse della trave](#).

In particolare, è stato utilizzato l'apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti ad un treno di carico viaggiante lungo la struttura.

Sono stati considerati i seguenti treni di carico viaggiante relativi alla trave complessivamente più sollecitata:

- V2018-C: Carichi concentrati dello Schema di carico 1
- V2018-D: Carichi distribuiti dello Schema di carico 1

6.2.2.6 Variazioni termiche (LOAD DT+, DT-) - fase 3

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni. Gli effetti iperstatici dalle variazioni termiche tra soletta e struttura metallica, trattandosi di impalcati a trave poggiate, sono nulli.

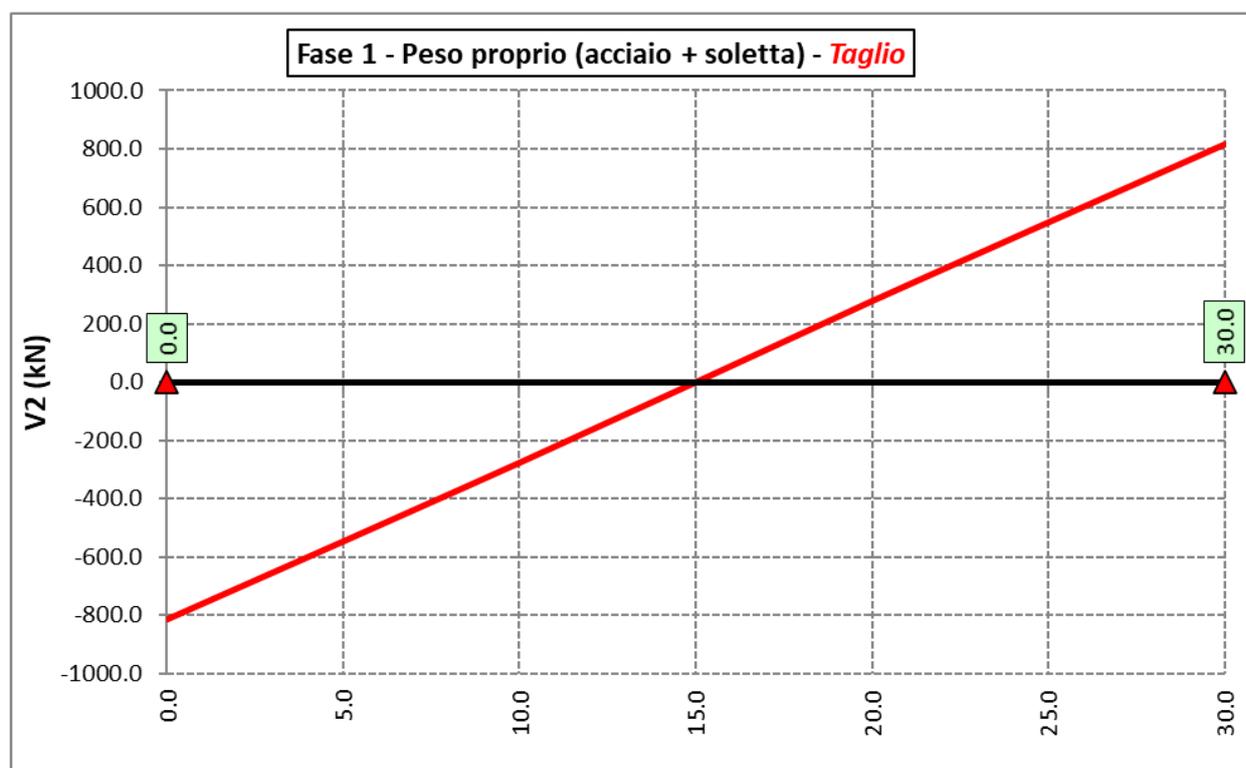
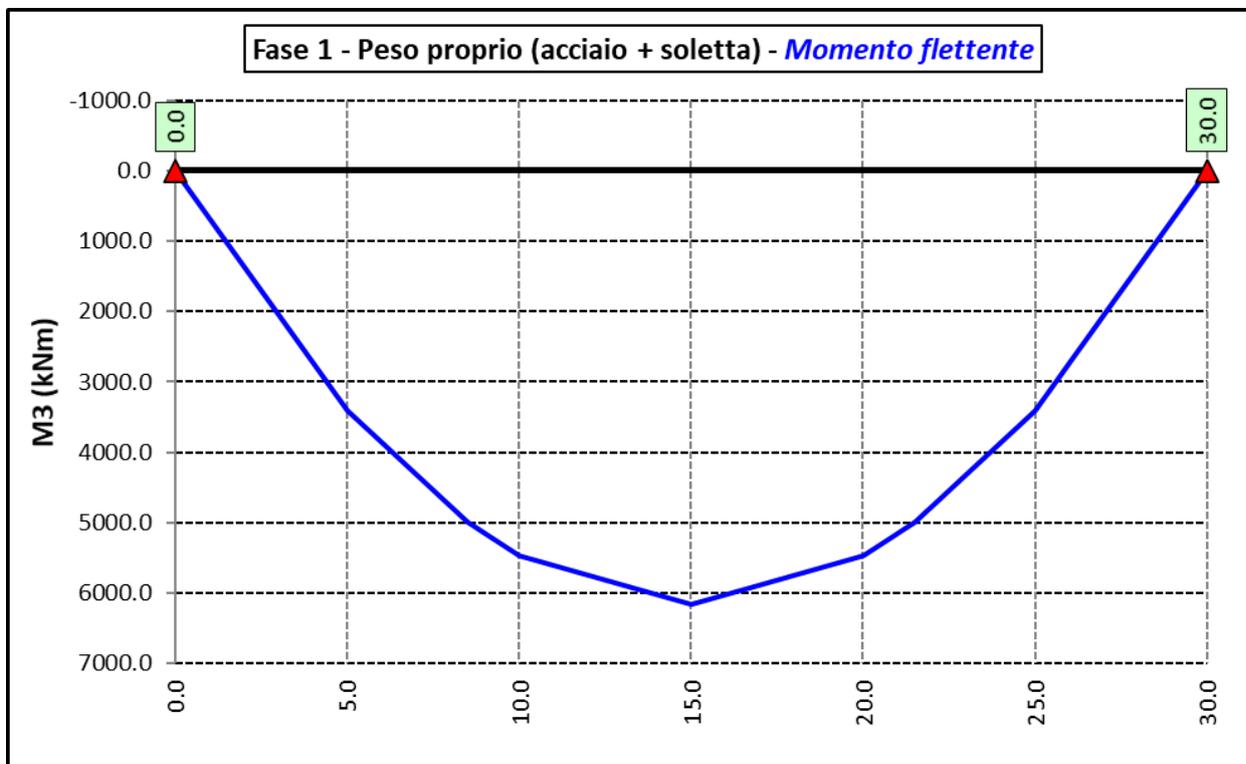
6.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-TR, Q5-APP) - fase 3

Le azioni dovute al vento, specificate al par. 5.2.9, sono state applicate quali carichi verticali uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

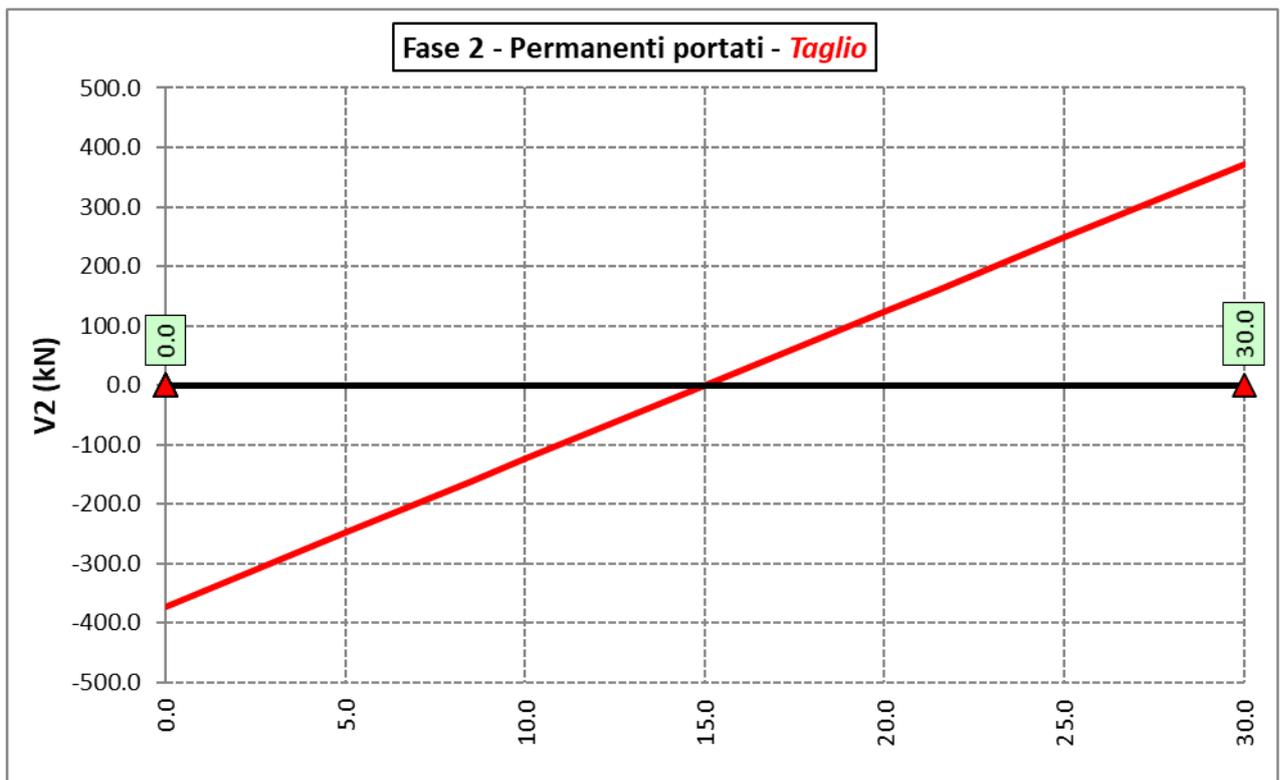
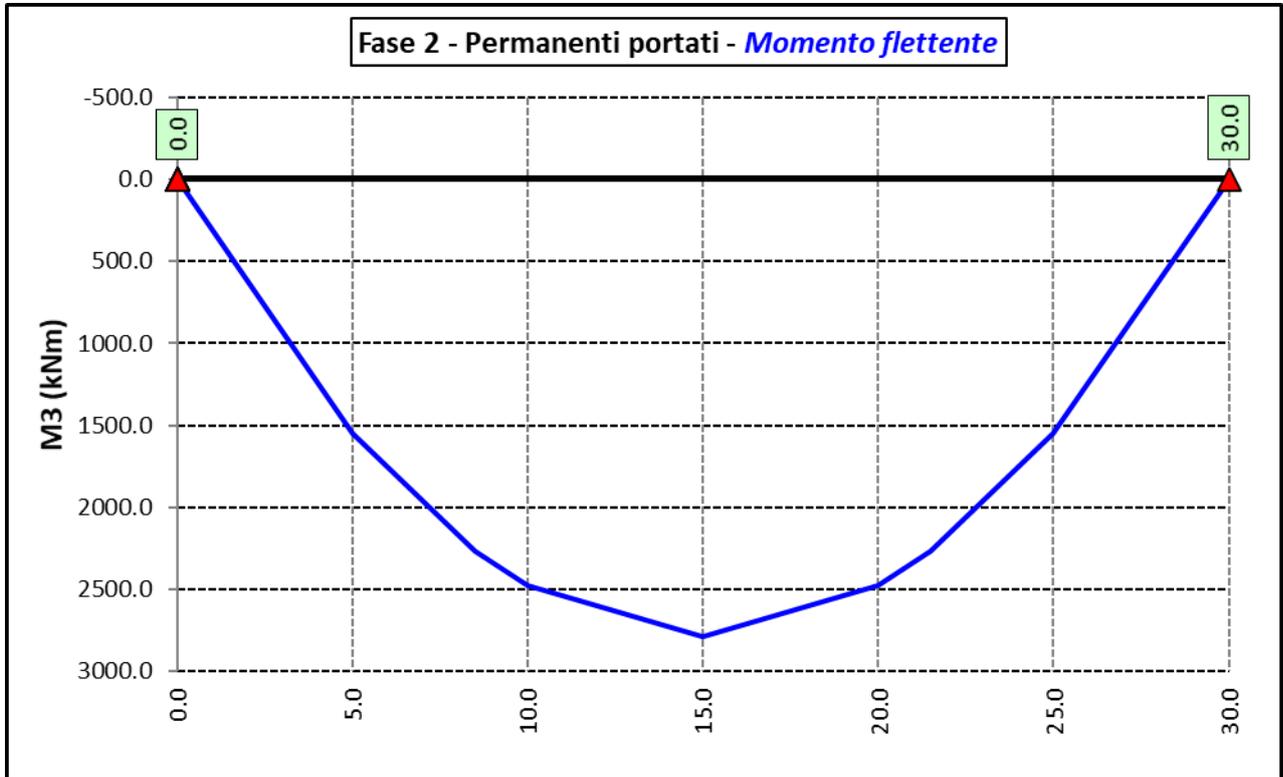
6.2.3 Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti rappresentano le sollecitazioni agenti sulla trave principale maggiormente sollecitata, in termini di Momento flettente M3 e sforzo di taglio V2 per ciascuna condizione di carico esaminata.

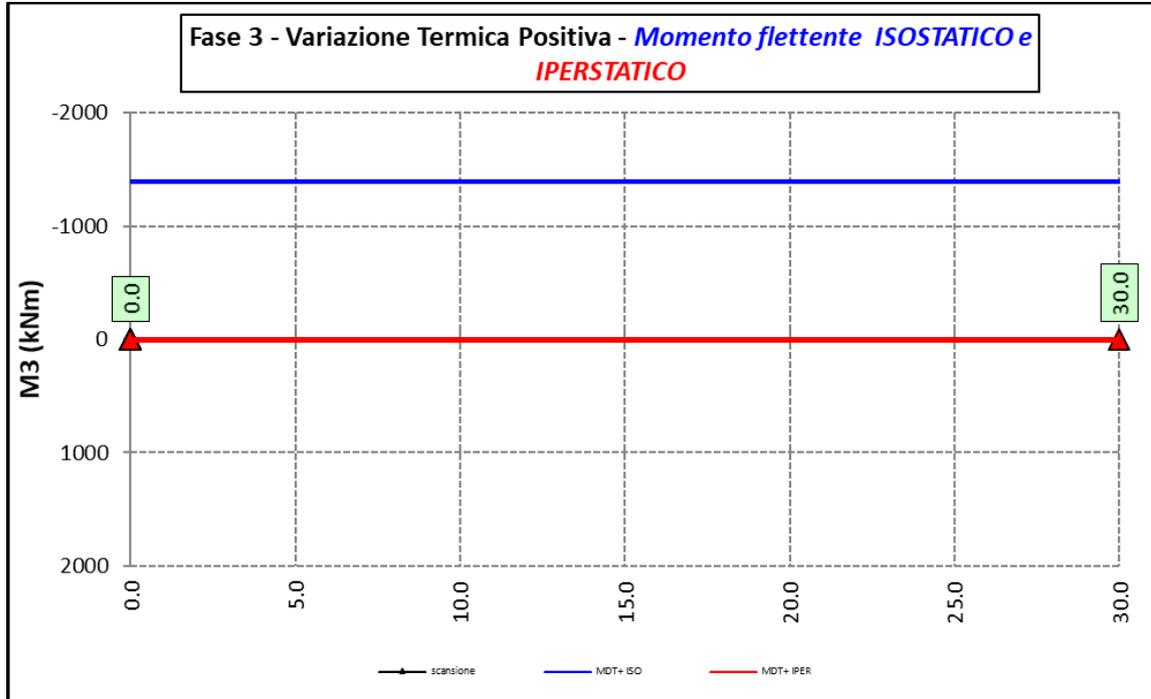
6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1



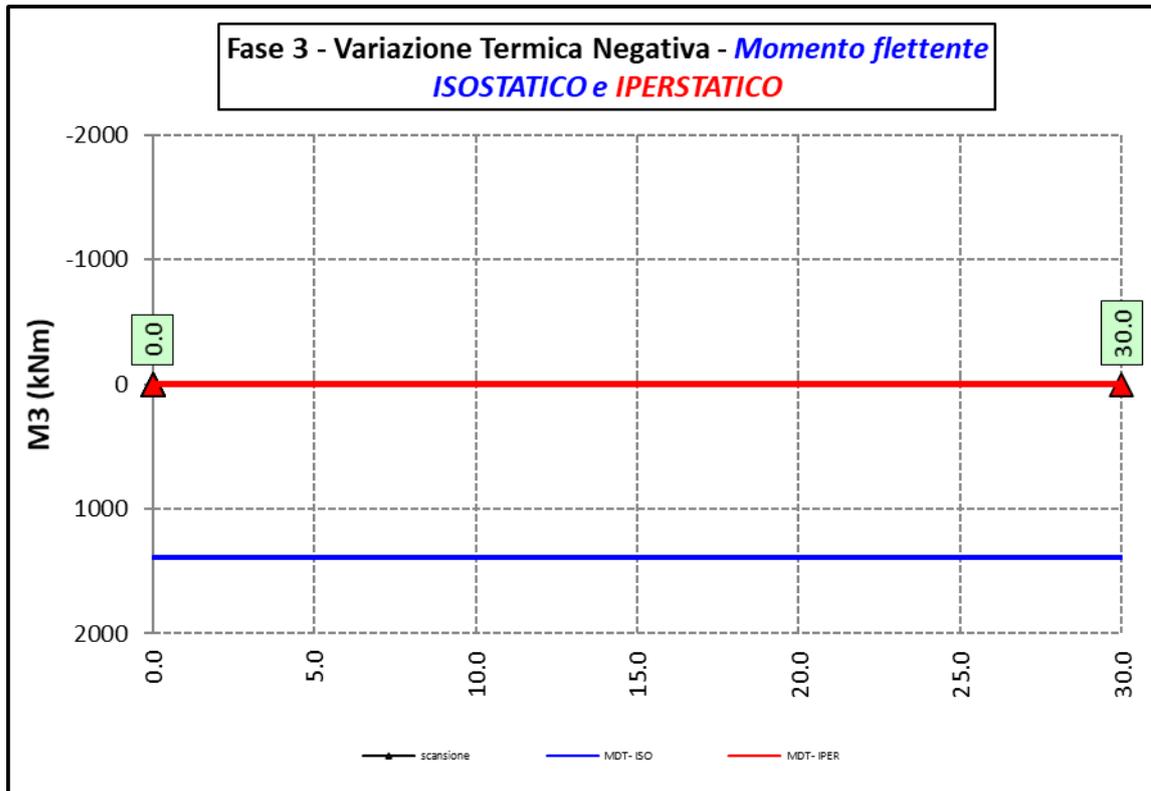
6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2



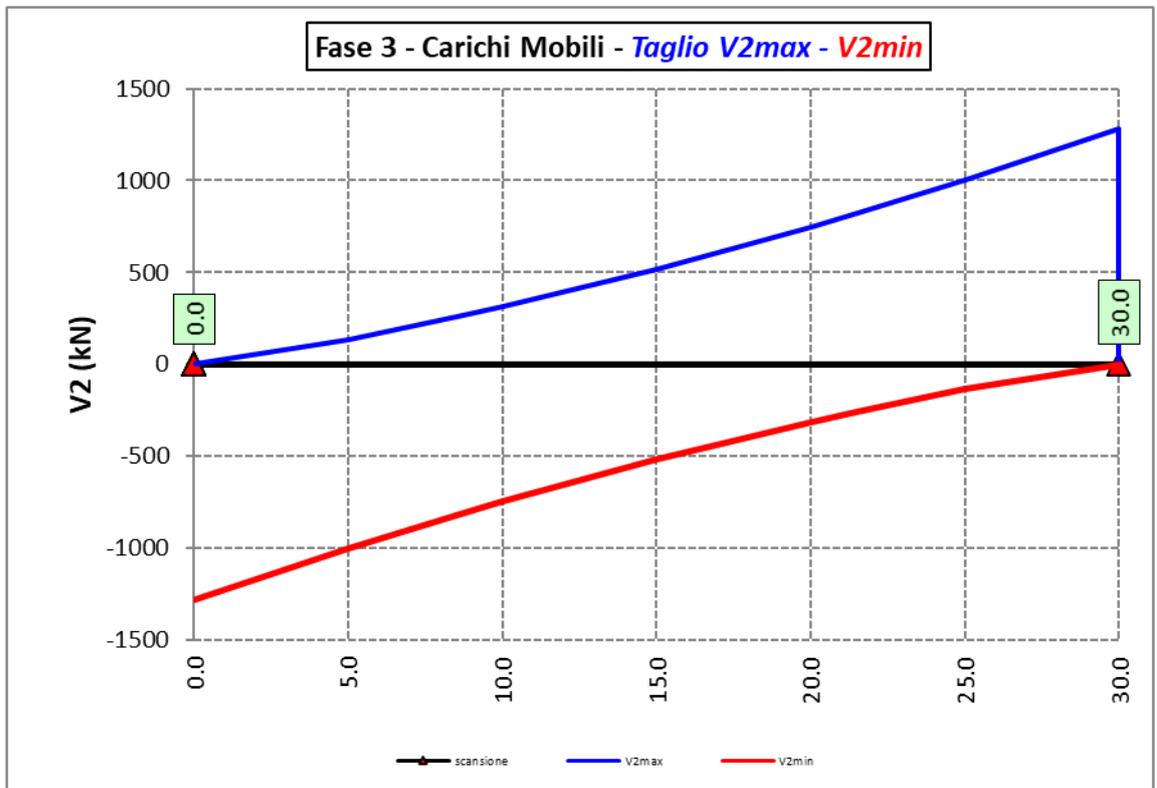
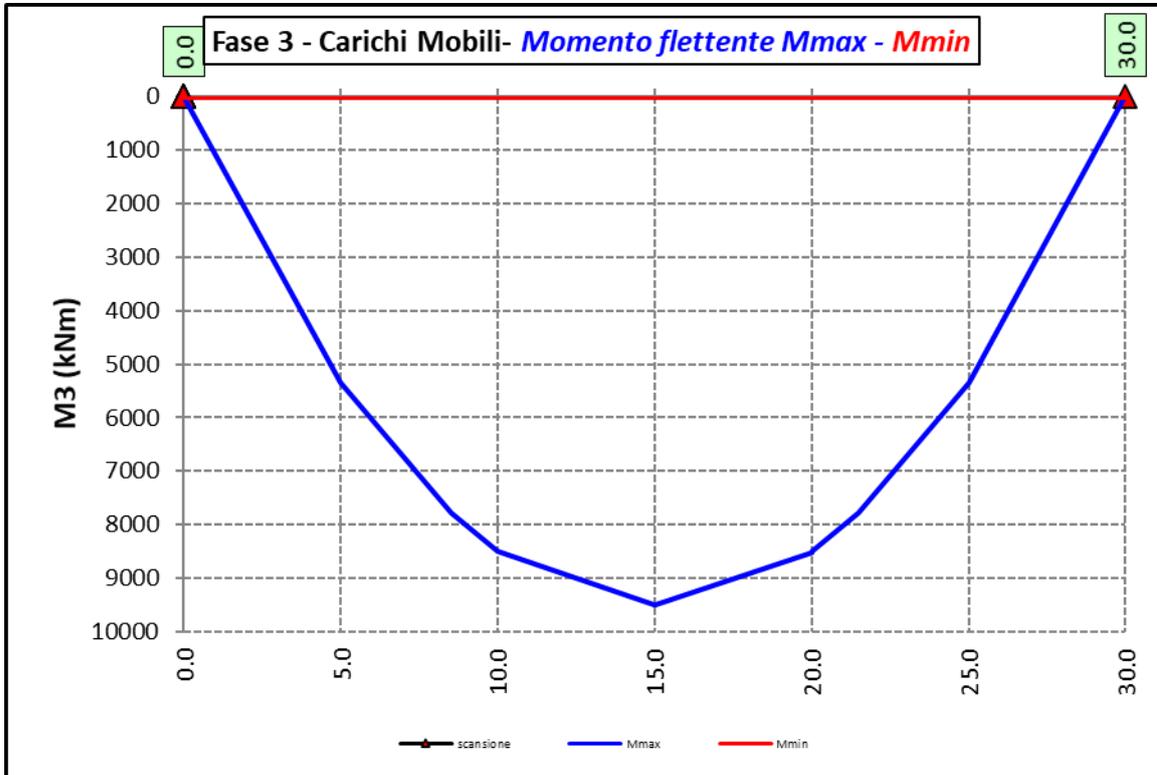
6.2.3.3 Variazioni termiche positive ($\Delta T+$) - Modello 3



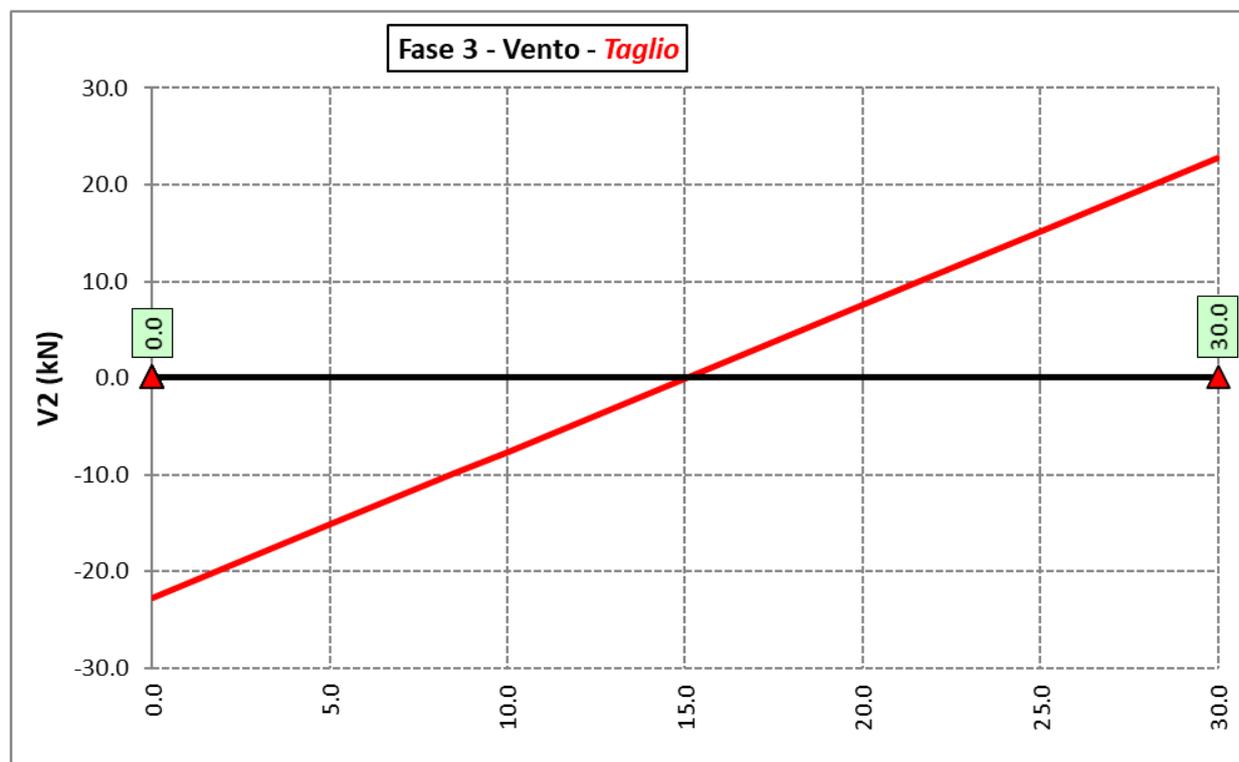
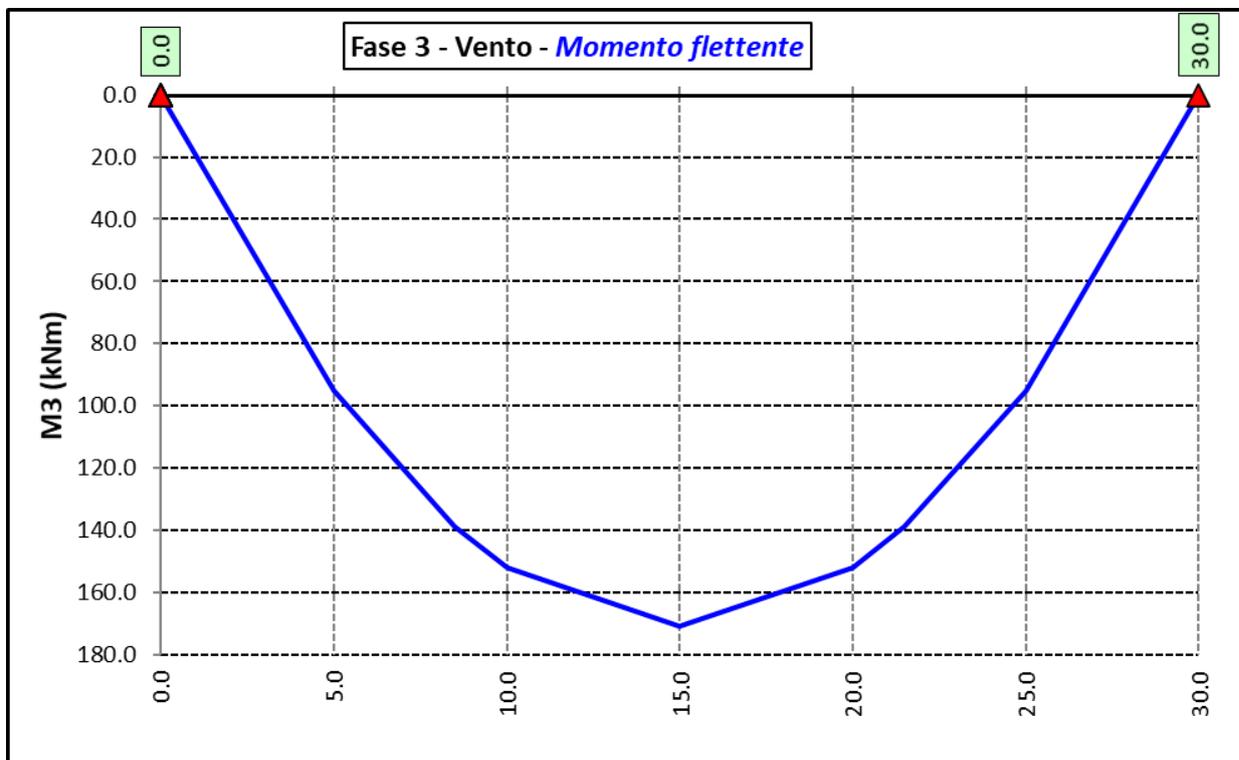
6.2.3.4 Variazioni termiche negative ($\Delta T-$) - Modello 3



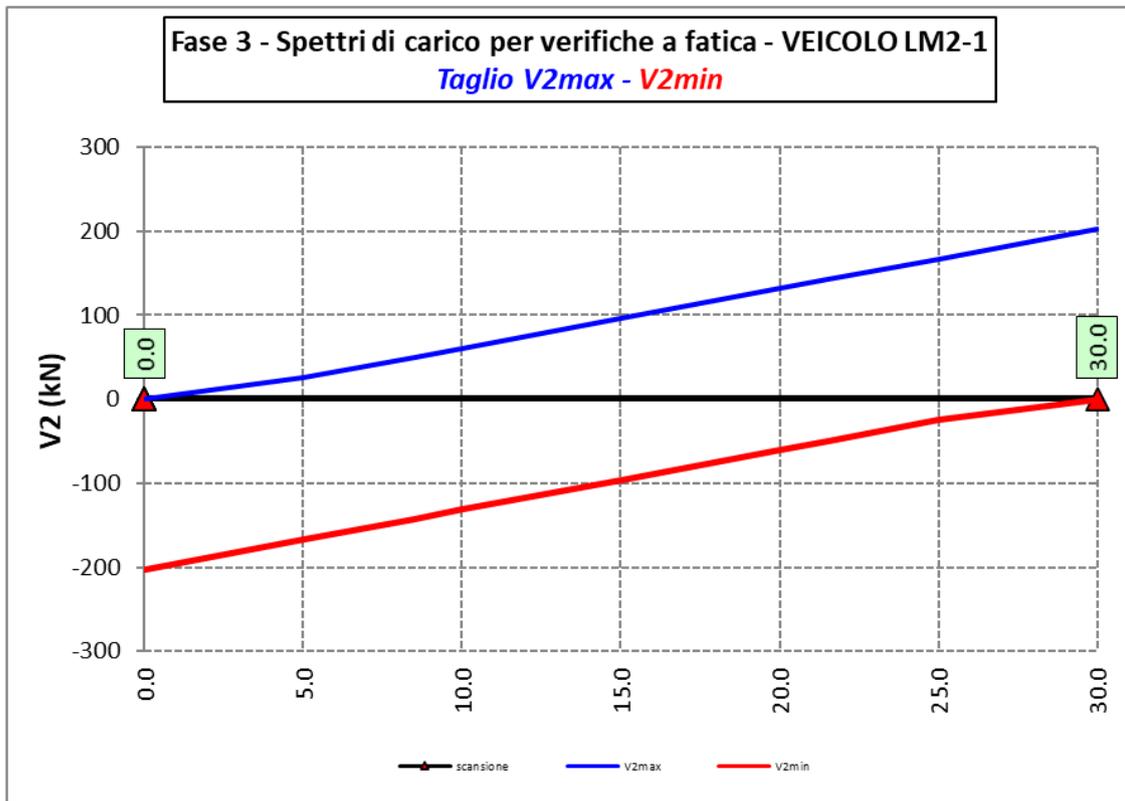
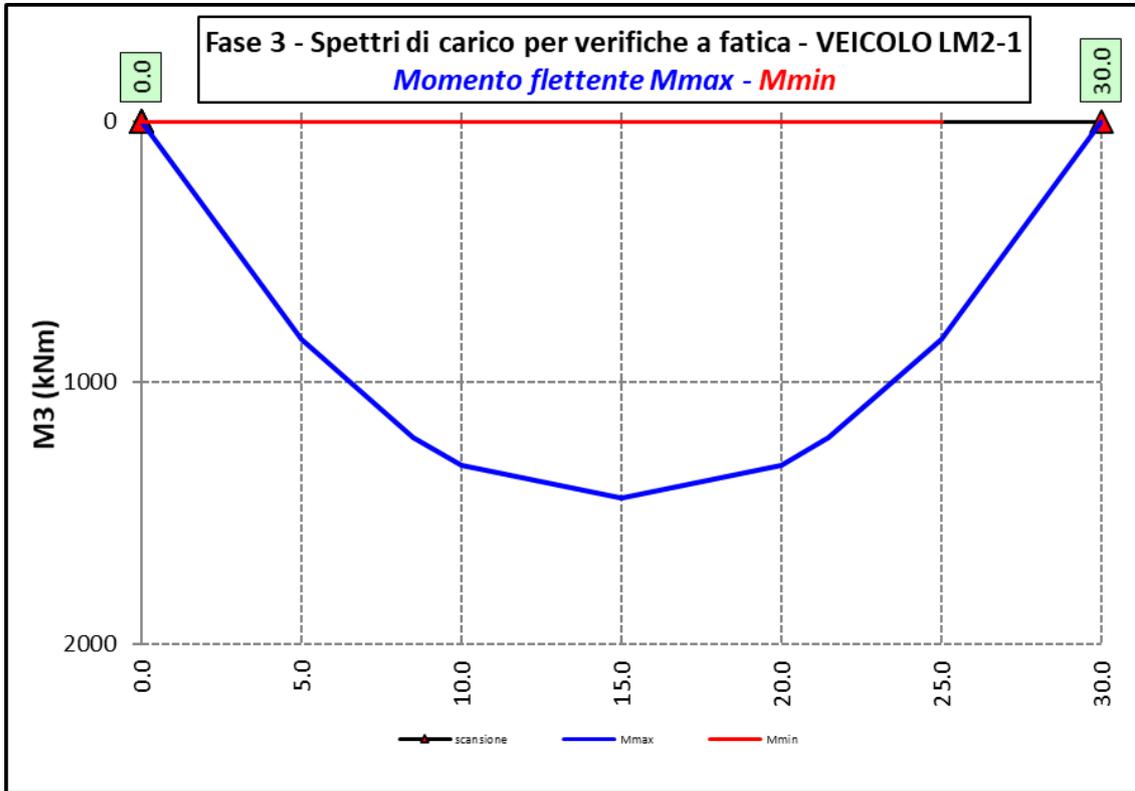
6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3

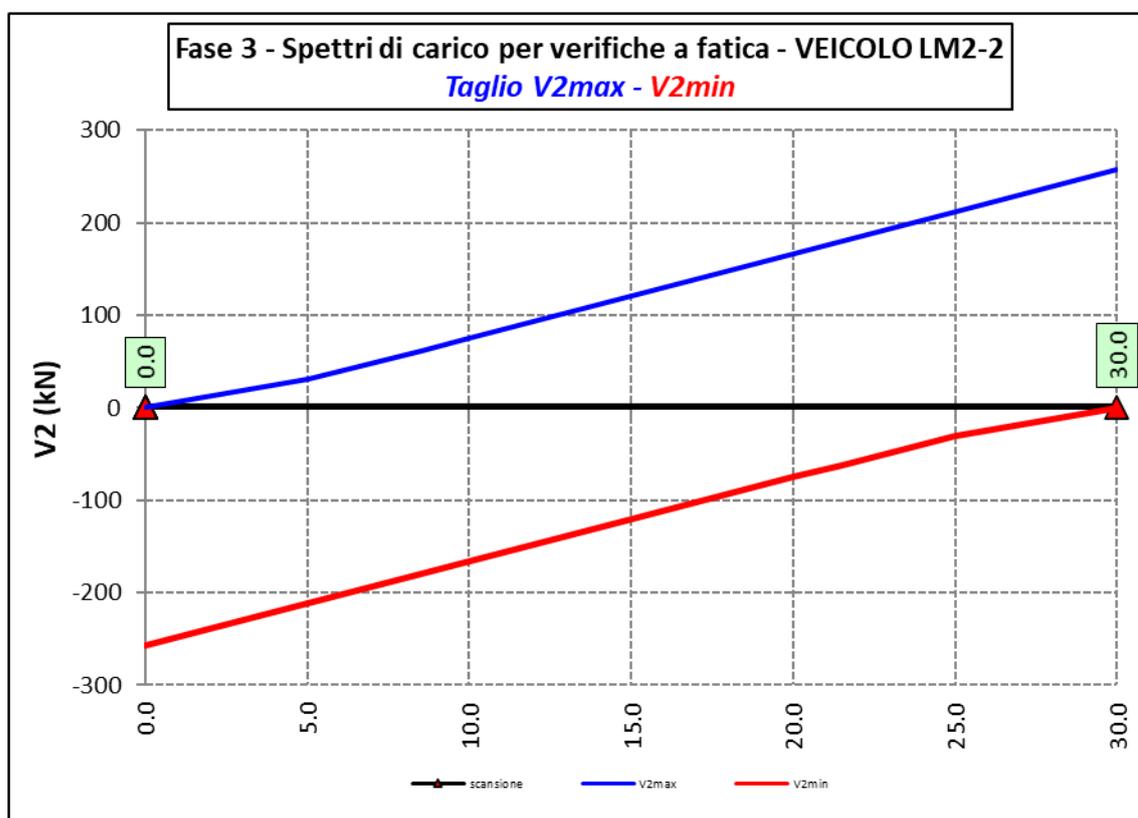
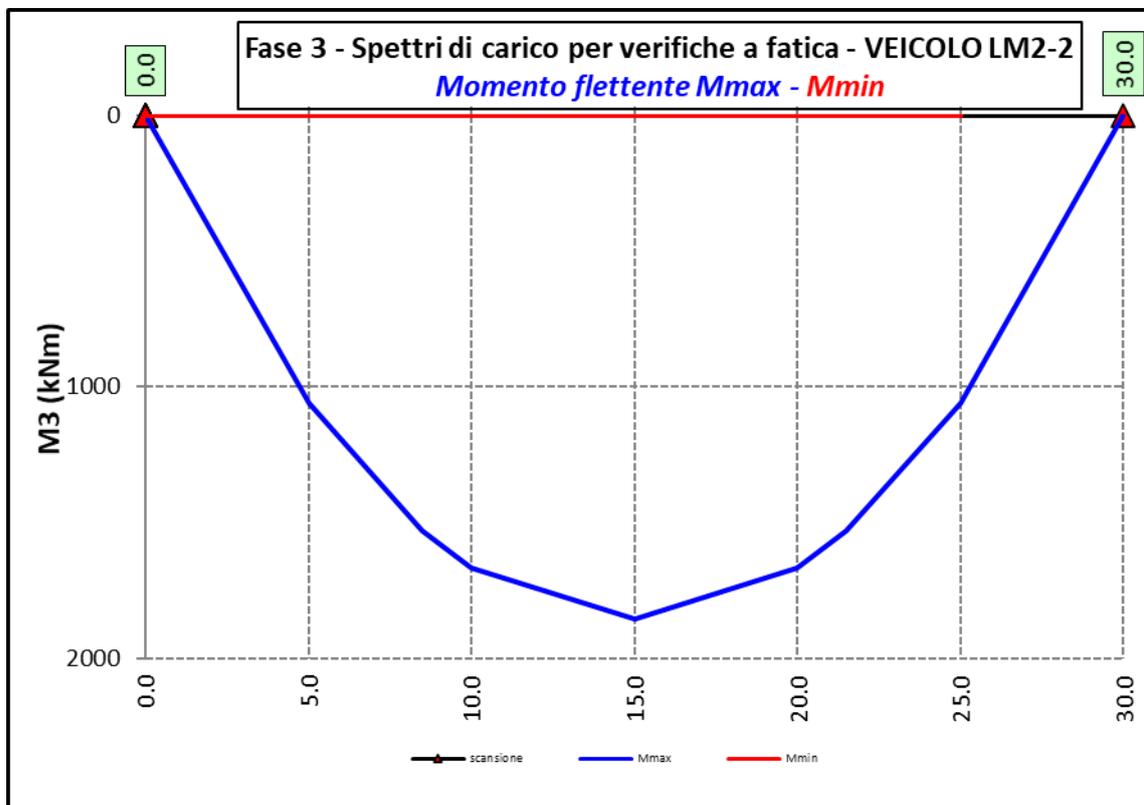


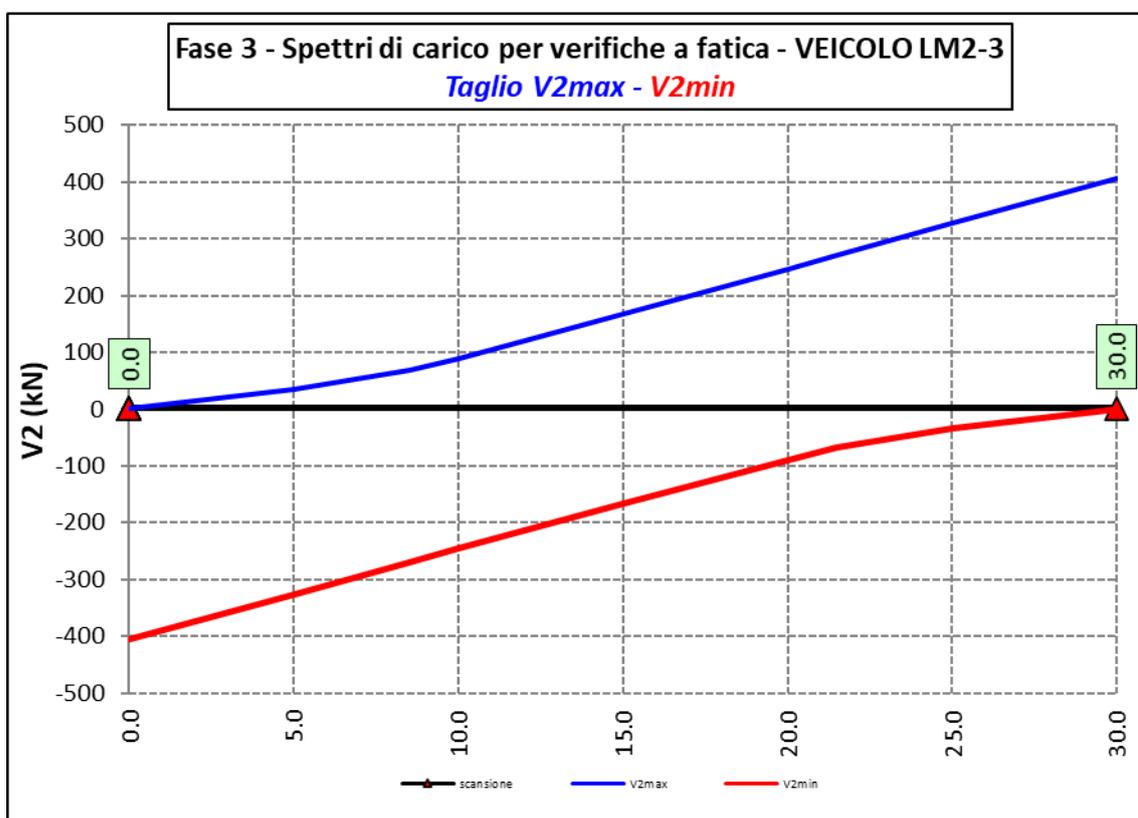
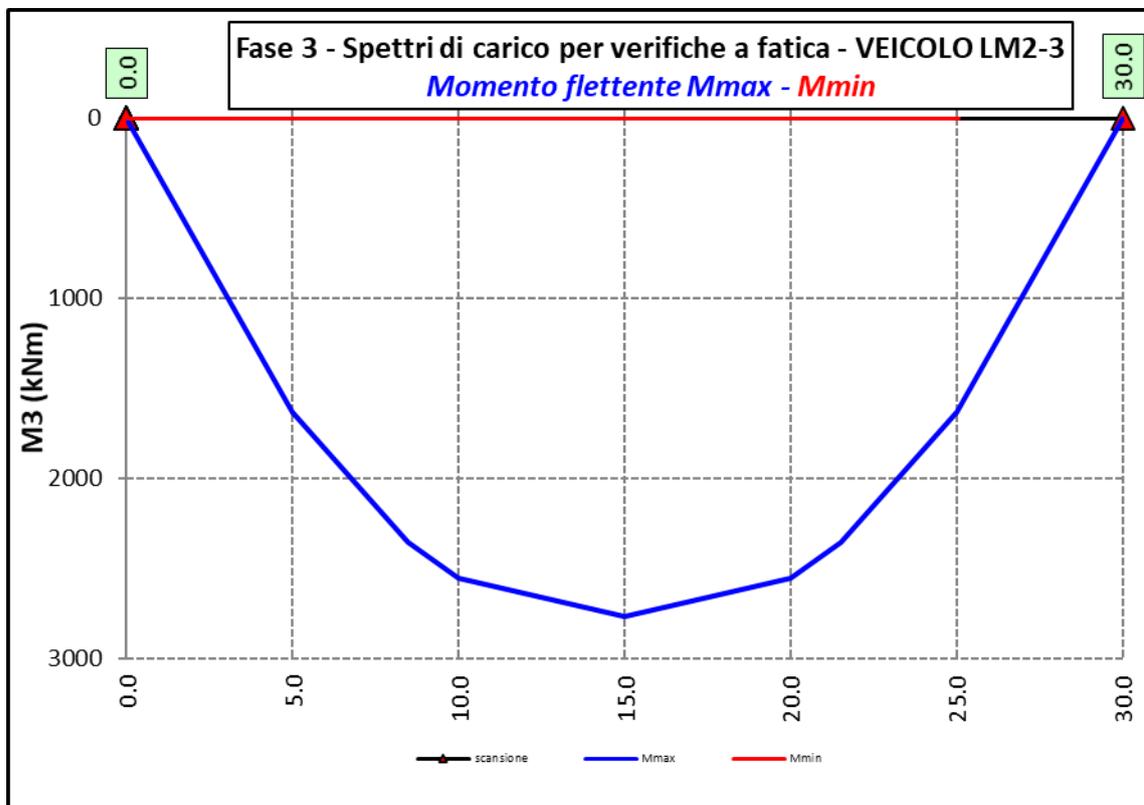
6.2.3.6 Vento – Modello 3

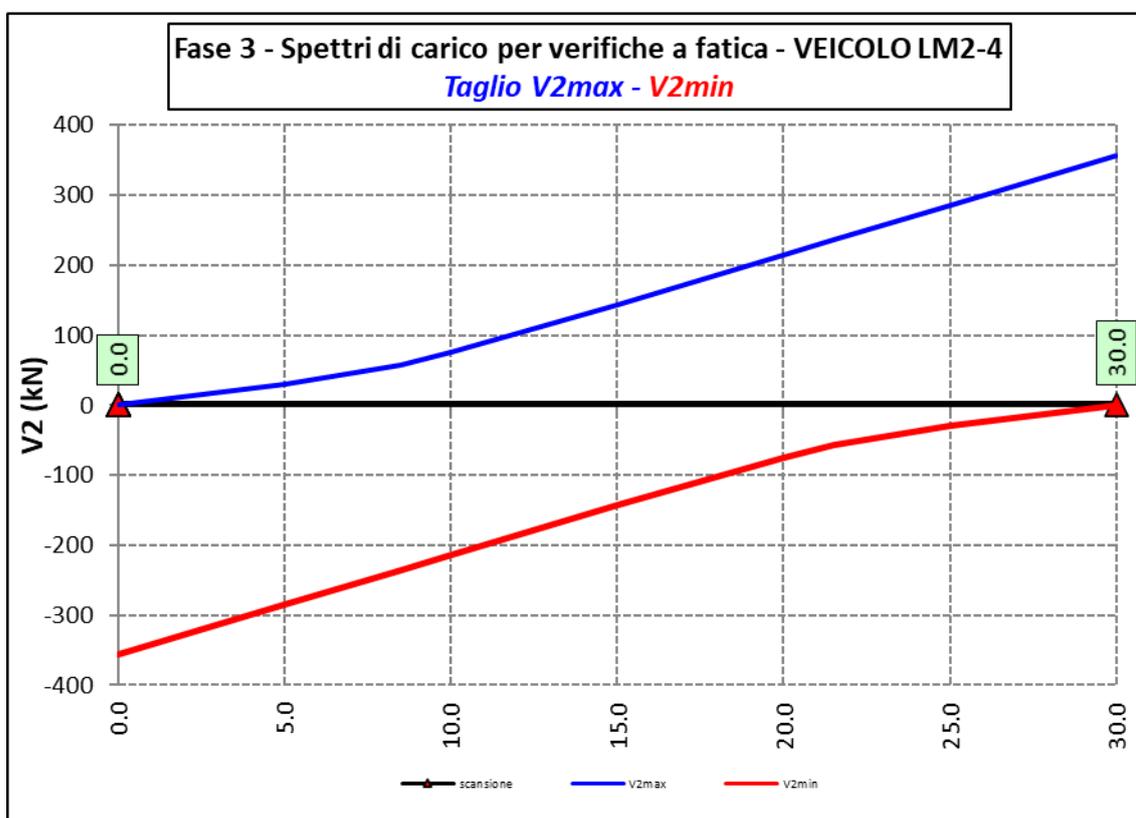
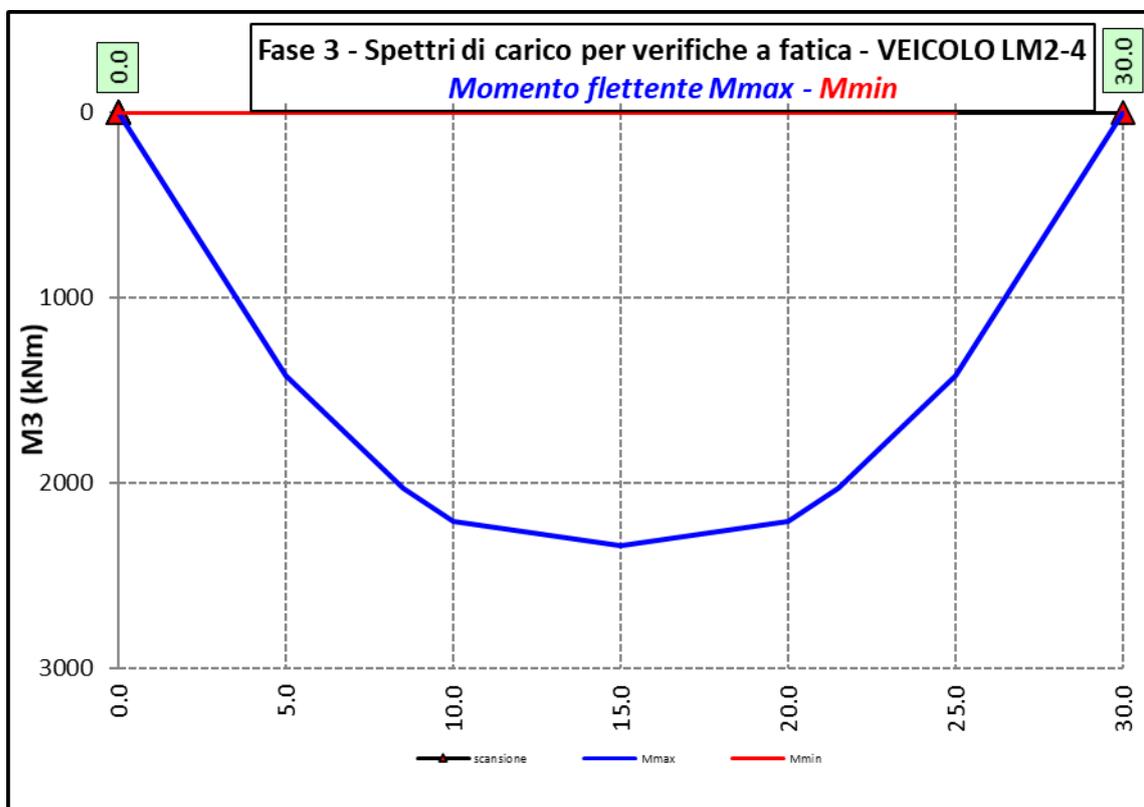


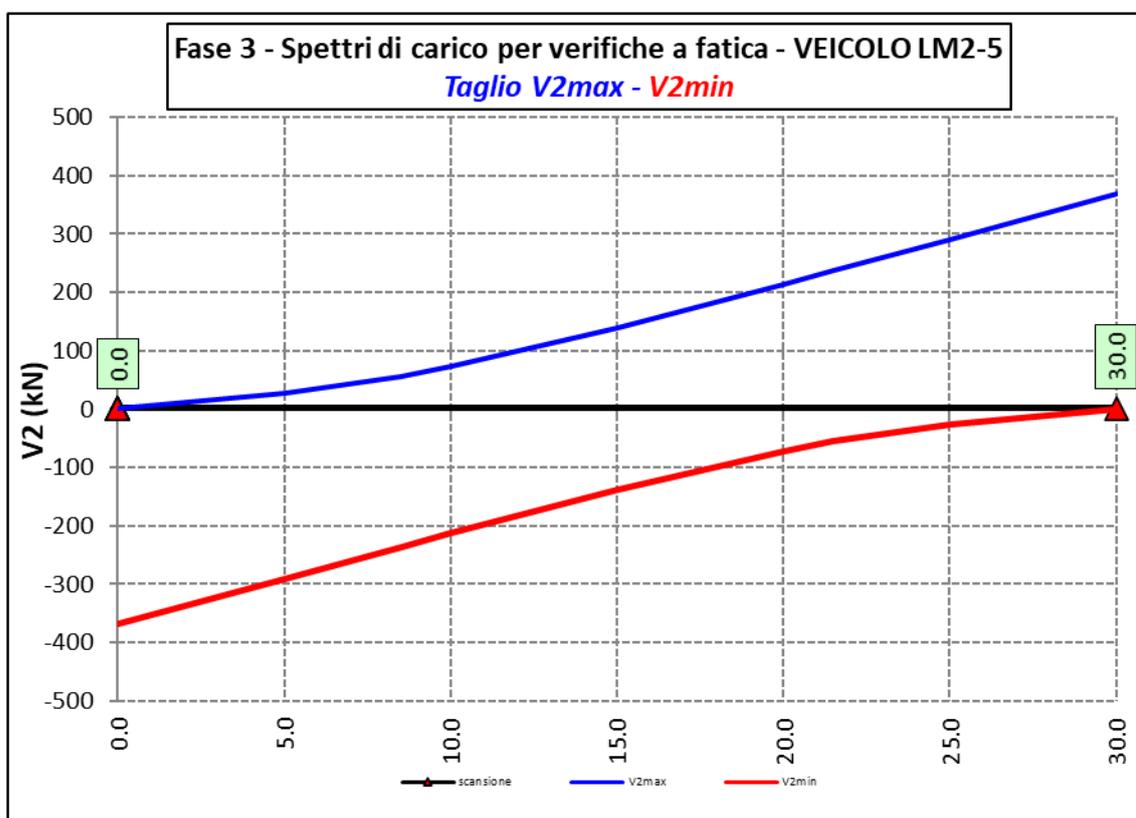
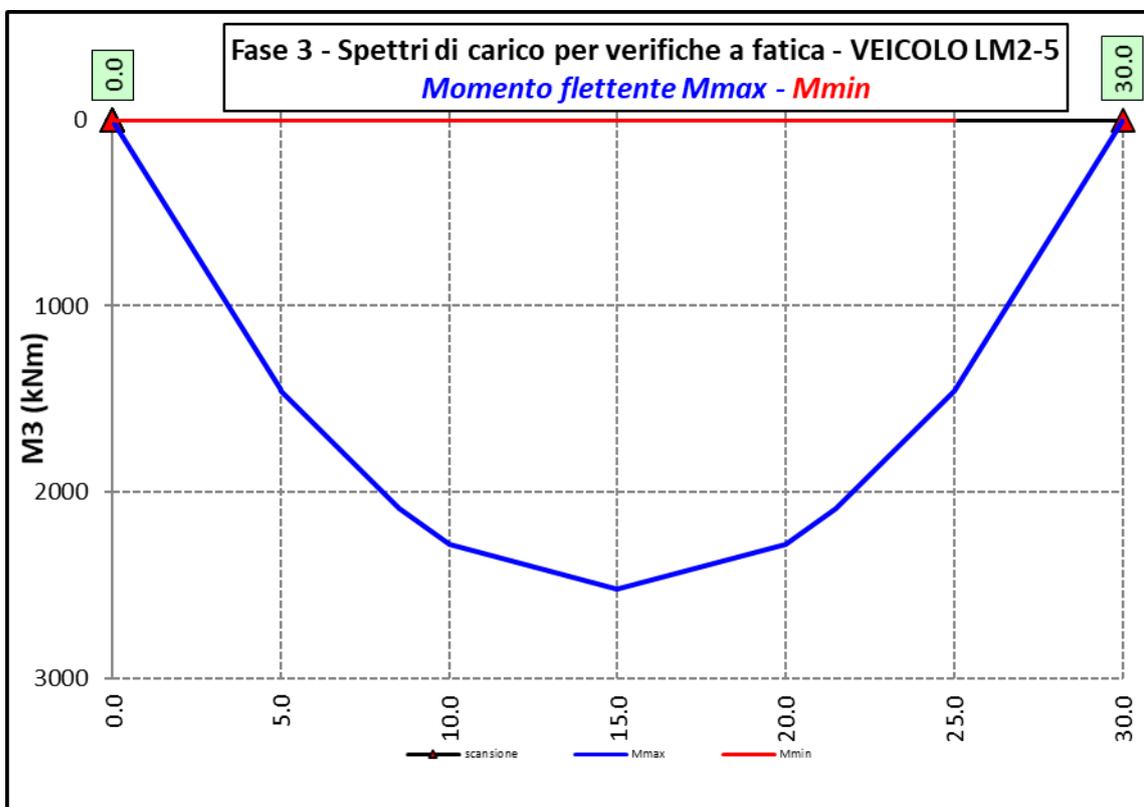
6.2.3.7 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3

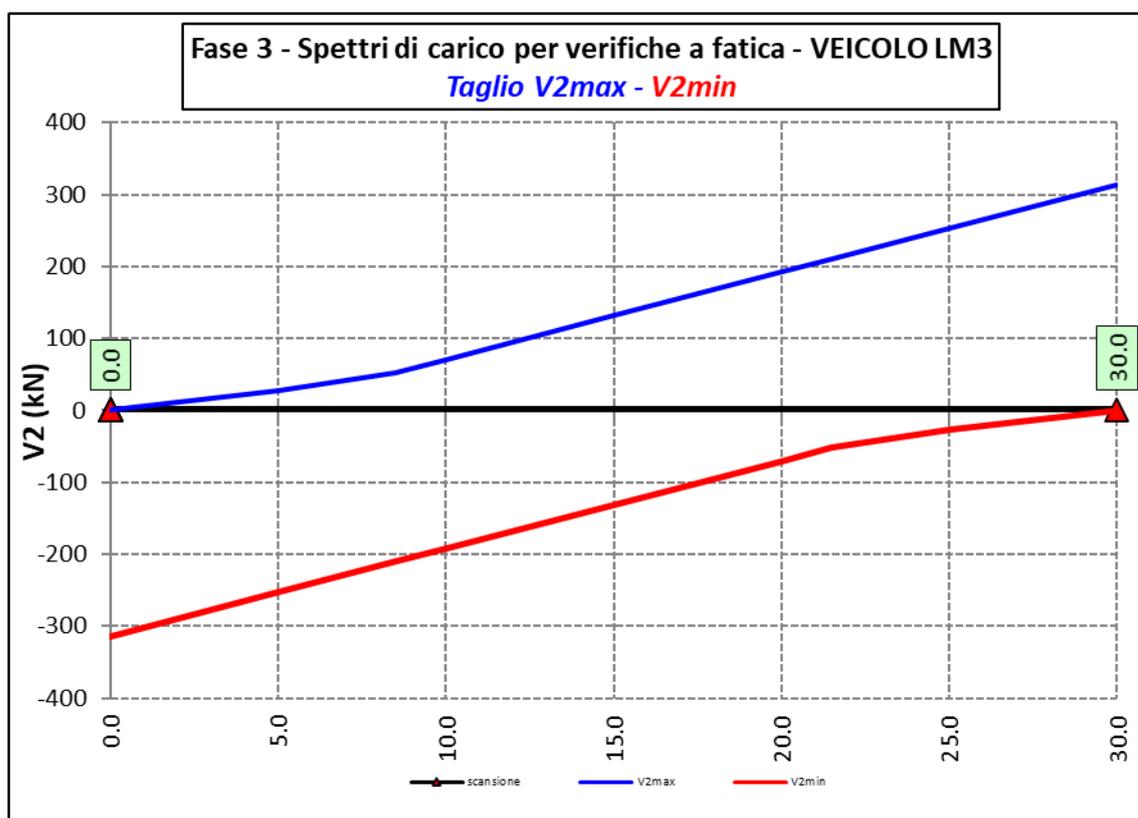
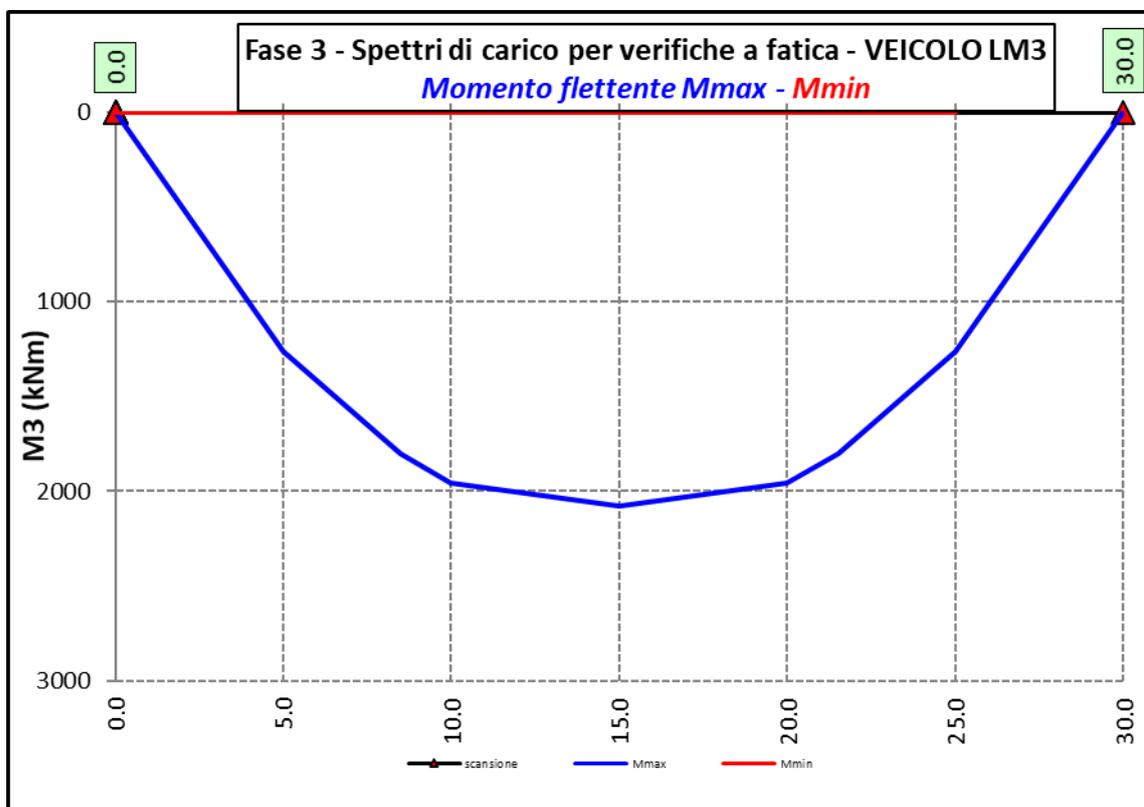












SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

6.3 Verifiche delle travi principali

6.3.1 Verifiche di resistenza SLU

6.3.1.1 Classificazione delle sezioni resistenti

In base al par. 4.2.3.1 delle NTC2018 le sezioni trasversali degli elementi strutturali in acciaio si classificano in funzione della loro capacità rotazionale C_θ definita come:

$$C_\theta = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

Essendo ϑ_r e ϑ_y le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento. Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

- Classe 1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 3$;
- Classe 2: quando la sezione è in grado di sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma con capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 1,5$;
- Classe 3: quando nella sezione le tensioni calcolate nelle fibre estreme compresse possono raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale impedisce lo sviluppo del momento resistente plastico;
- Classe 4: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

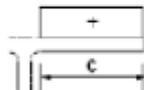
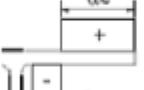
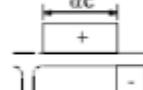
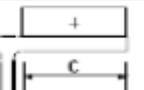
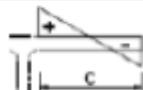
Le sezioni di classe 1 e 2 si definiscono compatte, quelle di classe 3 moderatamente snelle e quelle di classe 4 snelle. Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, le Tab. 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.IV delle NTC2018, di seguito riportate, forniscono indicazioni per la classificazione delle sezioni:

Tab. 4.2.III - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

		Parti interne compresse				
		Inflessione intorno all'asse		Inflessione intorno all'asse		
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

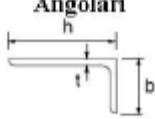
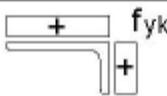
*) $\psi \leq -1$ si applica se la tensione di compressione $\sigma \leq f_{yk}$ o la deformazione a trazione $\varepsilon_y > f_{yk}/E$

Tab. 4.2.IV - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Piattabande esterne						
Profilati laminati a caldo			Sezioni saldate			
Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione				
		Con estremità in compressione		Con estremità in trazione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$				
Per k_e vedere EN 1993-1-5						
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Angolari 						
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti						
Classe	Sezione in compressione					
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)	 f_{yk}					
3	$h/t \leq 15\varepsilon$		$\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$			
Sezioni Tubolari 						
Classe	Sezione inflessa e/o compressa					
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$ (Per $d/t > 90 \varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

La classe di una sezione composta corrisponde al valore di classe più alto tra quelli degli elementi componenti.

Il sistema di classificazione utilizzato per le travi in acciaio vale anche per le sezioni composte. La classe di una sezione composta è la più alta classe tra quella degli elementi in acciaio compressi che la compongono.

È possibile che una sezione trasversale con anima in classe 3 e flange in classe 1 o 2, venga riclassificata in classe 2 equivalente come definito in EN 1993-2.

6.3.1.2 Resistenza alla flessione

Le sezioni in classe 1 o 2 possono essere verificate utilizzando sia la loro resistenza a flessione plastica che elastica. Le sezioni di classe 3 possono attingere alla sola resistenza elastica, o eventualmente essere riclassificate in classe 2 equivalente e poi verificate con la resistenza a flessione plastica. Le sezioni in classe 4 attingono alla sola resistenza elastica, ma utilizzando la sola sezione trasversale efficace, ridotta per tener conto dell'instabilità. Tutti i metodi di verifica sono basati sulle ipotesi di:

- conservazione delle sezioni piane (connessione rigida)
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
- resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Per le sezioni di classe 1 e 2 le verifiche a pressoflessione agli SLU sono state condotte controllando che il momento di progetto M_{Ed} sia minore del momento resistente plastico di progetto, ridotto per effetto dello sforzo normale di progetto $M_{NR,d}$, ovvero in termini adimensionali verificando che:

$$\eta_{1,plast} = \frac{M_{Ed}}{M_{NR,d}} \leq 1,0$$

Per le sezioni di classe 3 e 4 la verifica a pressoflessione è condotta in campo elastico verificando che le tensioni normali nelle fibre estreme della sezione risultino non superiori alle resistenze tensionali di progetto. Per le sezioni di classe 4 si tiene conto degli effetti dell'instabilità locale nella definizione delle proprietà efficaci della sezione trasversale, secondo le indicazioni dell'EN 1993-1-5. Anche in questo caso i risultati delle verifiche sono presentati in forma adimensionale, controllando che risulti:

$$\eta_{1,elast} \leq 1,0$$

6.3.1.3 Resistenza al taglio

La resistenza di progetto a taglio è definita considerando il solo contributo fornito dall'anima $V_{bw,Rd}$, e trascurando a favore di sicurezza il contributo fornito dalle flange $V_{bf,Rd}$ di entità estremamente ridotta:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yk} \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Tenuto conto del rapporto h_w/t_w che caratterizza le travi di ponte, si ricade nella seguente fattispecie, relativa ad anime dotate di irrigidimenti verticali:

$$\frac{h_w}{t_w} \geq \frac{31\varepsilon}{\eta} \cdot \sqrt{k_\tau}$$

Pertanto, la resistenza al taglio dell'anima deve essere valutata in termini di resistenza all'instabilità:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw}}{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}} h_w \cdot t_w$$

dove:

$\eta = 1,20$ per gradi di acciaio inferiori a S460;

h_w e t_w sono rispettivamente l'altezza e lo spessore dell'anima;

γ_{M1} è il fattore parziale di sicurezza assunto pari a 1.10;

χ_w è un fattore di resistenza all'instabilità dell'anima a taglio fornito dalla seguente tabella in funzione del parametro di snellezza adimensionale $\bar{\lambda}_w$:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

	Rigid end post	Non-rigid end post
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	η	η
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

Tabella 6.1 – Fattore χ_w di resistenza all'instabilità dell'anima a taglio

$$\bar{\lambda}_w = 0.76 \cdot \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}}$$

Dove:

$$\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_E$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t_w^2}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot h_w^2}$$

Per anime dotate di irrigidimenti trasversali e senza irrigidimenti longitudinali, il fattore di k_τ è fornito dalle seguenti espressioni in funzione del rapporto tra l'interasse degli irrigidimenti trasversali a e l'altezza dell'anima h_w :

per $a / h_w \geq 1$:

$$k_\tau = 5.34 + 4.0 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

per $a / h_w < 1$:

$$k_\tau = 4.0 + 5.34 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

La verifica è posta in forma adimensionale come rapporto tra le azioni sollecitanti e la capacità resistente:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0$$

dove V_{Ed} è la sollecitazione tagliante di progetto.

6.3.1.4 Interazione taglio-momento flettente

Per valori di $\bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} \leq 0.50$ non è necessario controllare l'interazione tra le sollecitazioni normali e tangenziali.

Per valori di $\bar{\eta}_3 > 0.50$ superiori:

- per sezioni di classe 1 e 2 la tensione di snervamento dell'anima, considerata nel calcolo del momento resistente plastico della sezione, viene ridotta in accordo alla norma EN 1994-2;
- Per sezioni di classe 3 e 4 si adotta la seguente espressione del dominio di resistenza:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{Pl,Rd}}\right) \cdot (2 \cdot \bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0$$

in cui:

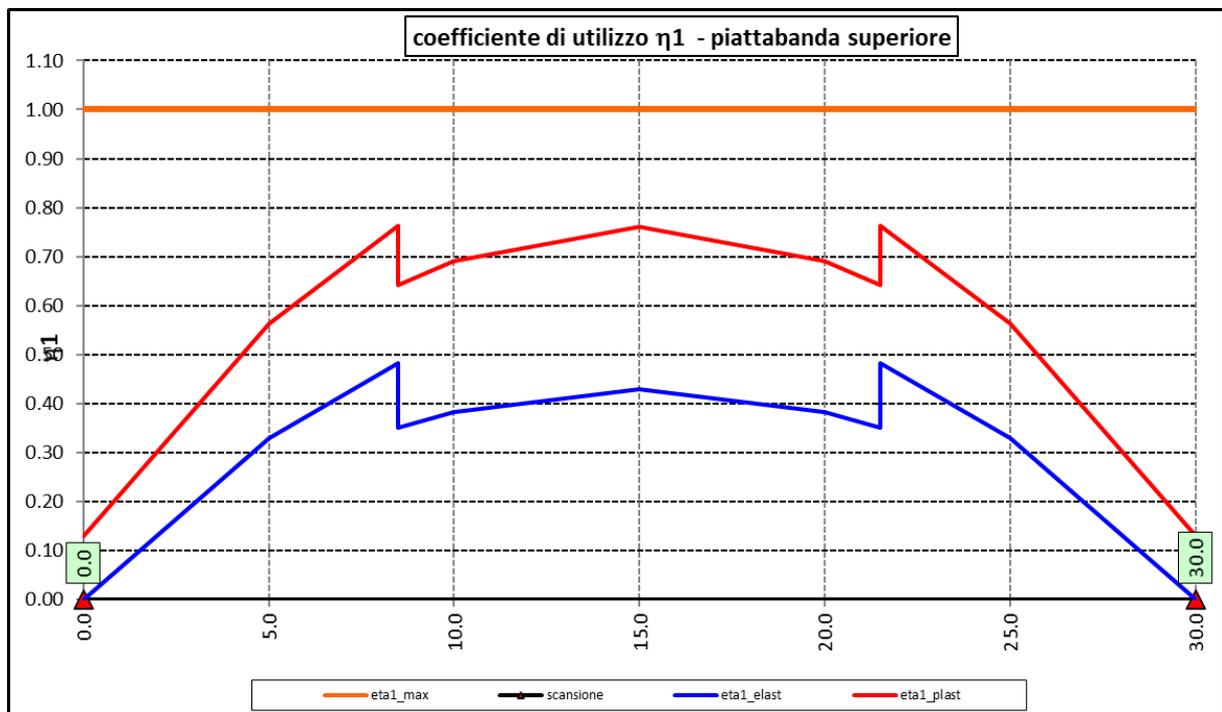
$M_{f,Rd}$ è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

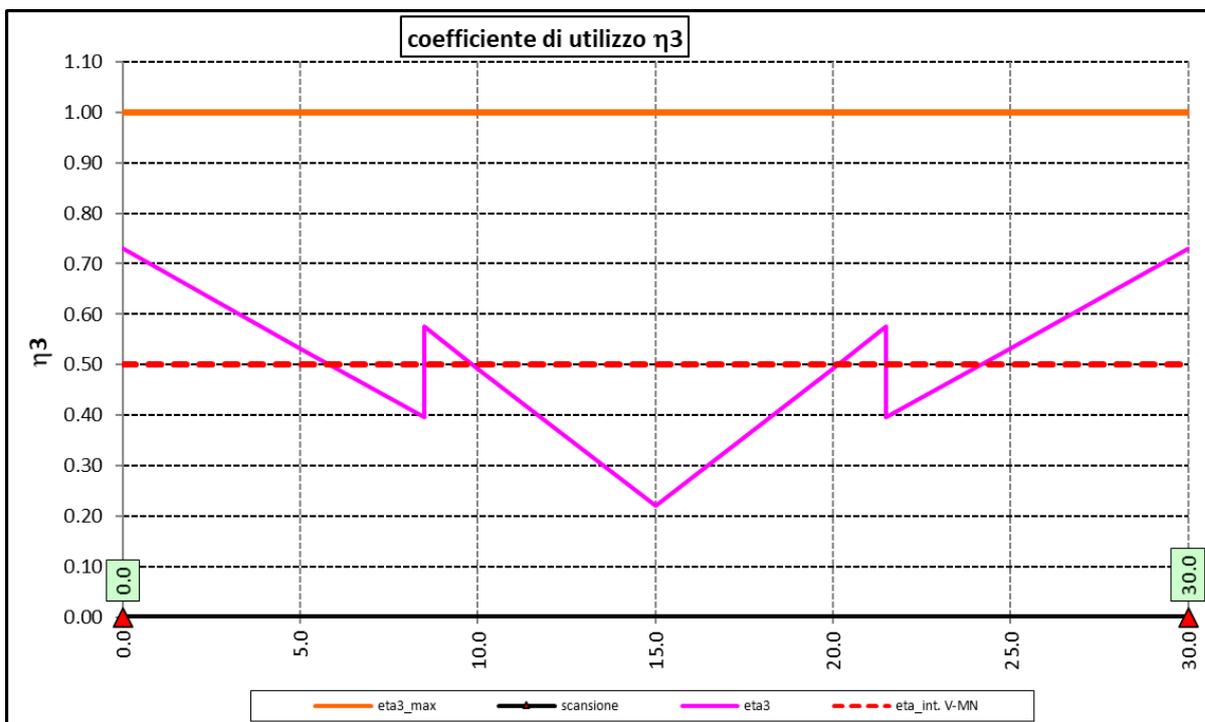
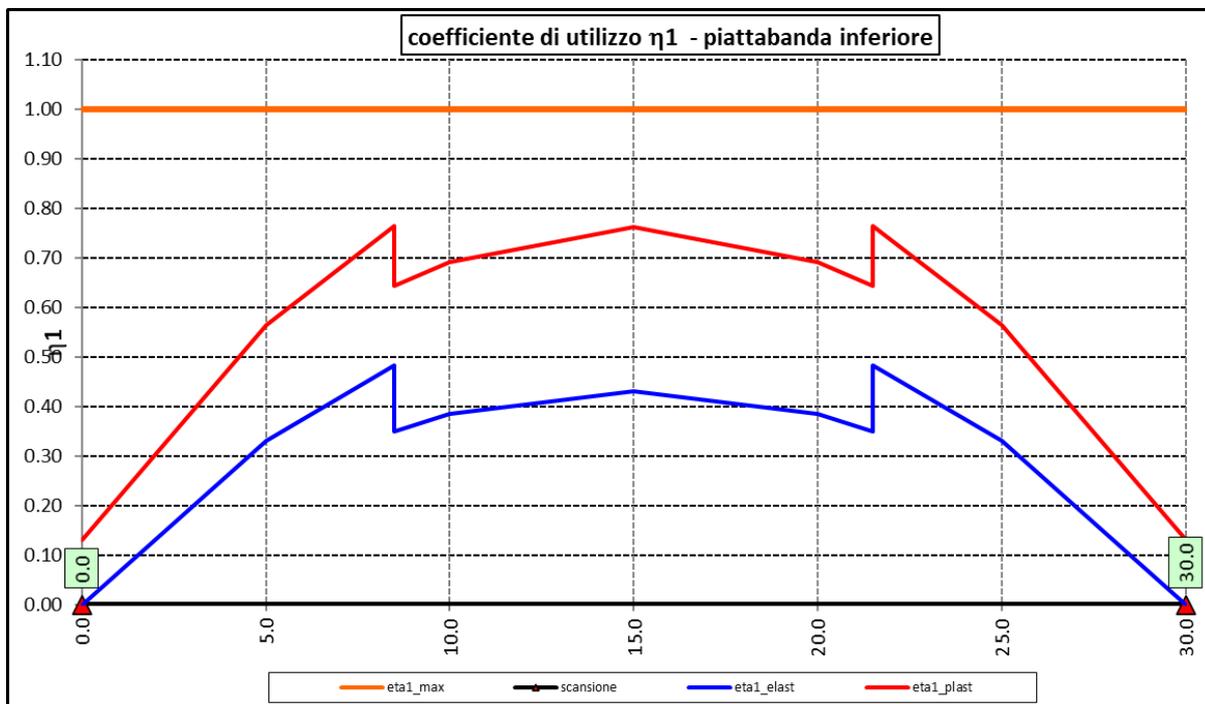
$M_{Pl,Rd}$ è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{Pl,Rd}}$$

6.3.1.5 Risultati verifiche travi principali agli SLU per pressoflessione, taglio e interazione taglio-momento

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle verifiche per l'inviluppo delle combinazioni di carico precedentemente individuate, che come è possibile evincere sono tutte soddisfatte.





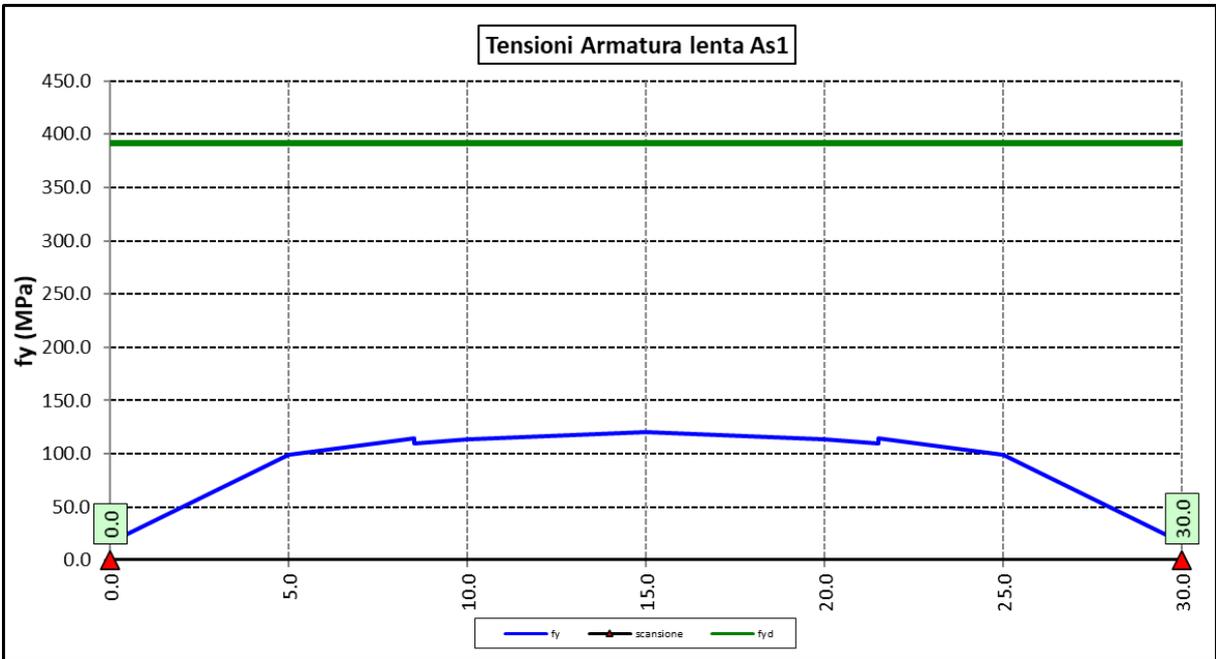
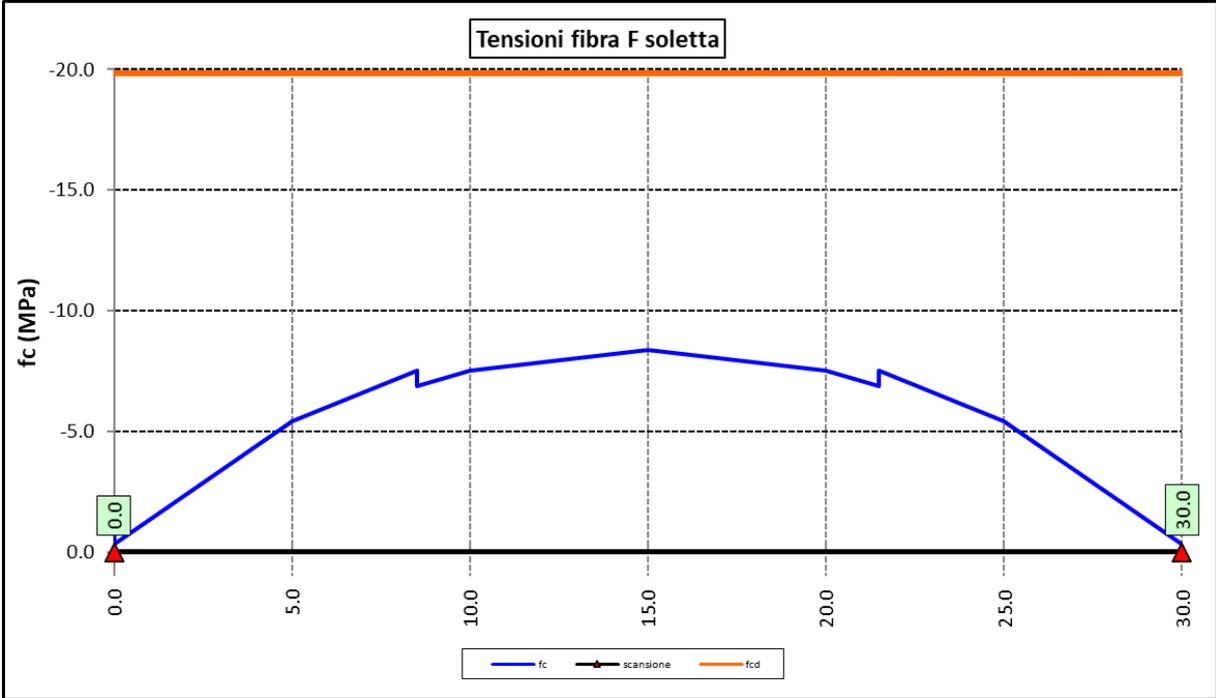
Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

$$f_{Ed} \leq f_{ck} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$$

Per le armature longitudinali della soletta (fibra As1) è stato verificato che:

$$f_{Ed} \leq f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$$

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche svolte in forma grafica. Per ciascuna fibra si riportano i valori delle tensioni di calcolo di progetto ed i valori delle resistenze di progetto.



Come è possibile evincere le verifiche sono sempre soddisfatte.

6.3.2 Verifiche SLE "a respiro" delle anime

La verifica è condotta con riferimento alla norma prEN 1993-2: 2006 relativa al progetto dei ponti in acciaio.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

La snellezza dell'anima deve essere limitata per evitare fenomeni di "respiro" ovvero deformazioni laterali fuori dal piano che possono arrecare danneggiamenti per fatica, nella zona di collegamento fra anima e piattabande.

La verifica a respiro può essere trascurata per i pannelli d'anima senza irrigidimenti longitudinali o per pannelli secondari di anime irrigidite, dove è soddisfatto il seguente criterio:

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300 \quad (\text{per ponti stradali})$$

dove L è la lunghezza della campata in m, ma non inferiore a 20 m.

Se la disposizione precedente non è soddisfatta la verifica "a respiro" risulta soddisfatta se:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \cdot \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

dove:

$\sigma_{x,Ed,ser}$ e $\tau_{x,Ed,ser}$ sono le tensioni calcolate per la combinazione di carico frequente;

k_{σ} e k_{τ} sono i coefficienti di imbozzamento in campo elastico;

$$\sigma_E = 190000 \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad [\text{MPa}];$$

b è l'altezza del pannello d'anima.

Nel caso in esame la verifica può essere trascurata essendo sempre soddisfatta la seguente relazione:

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

6.3.3 Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali

Le verifiche agli SLE sono effettuate per la combinazione caratteristica (rara), controllando siano soddisfatte le seguenti relazioni:

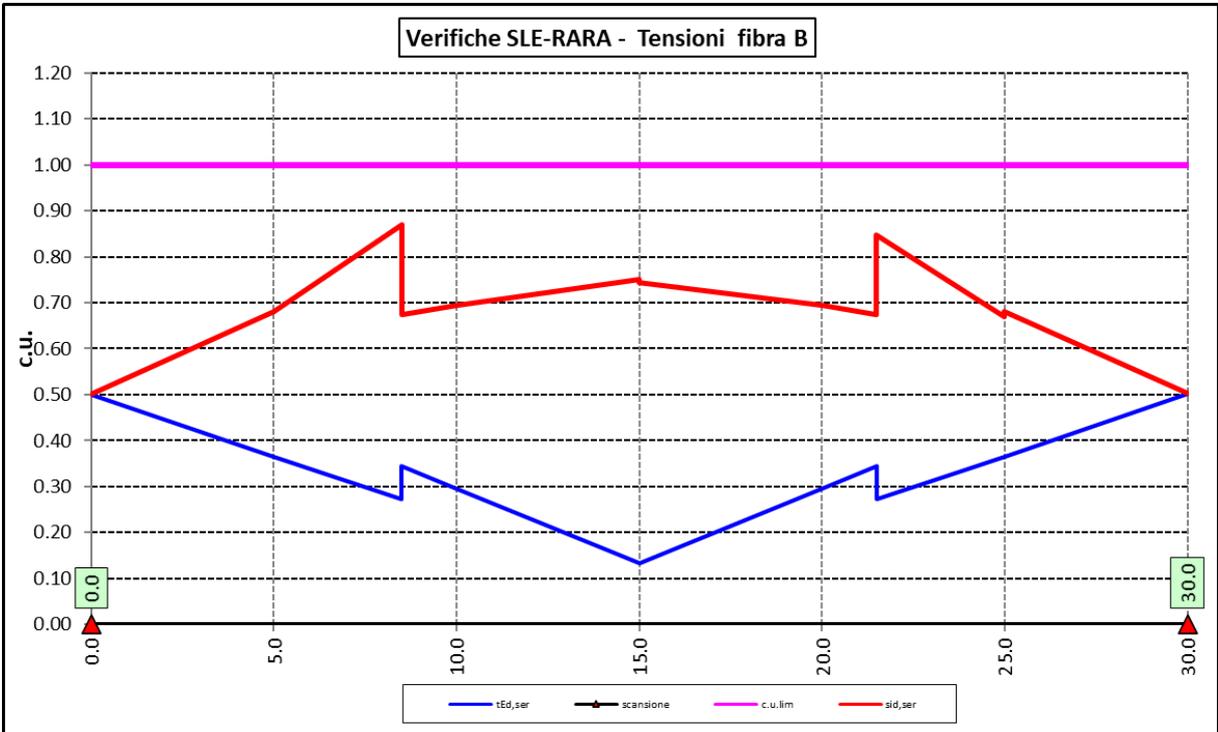
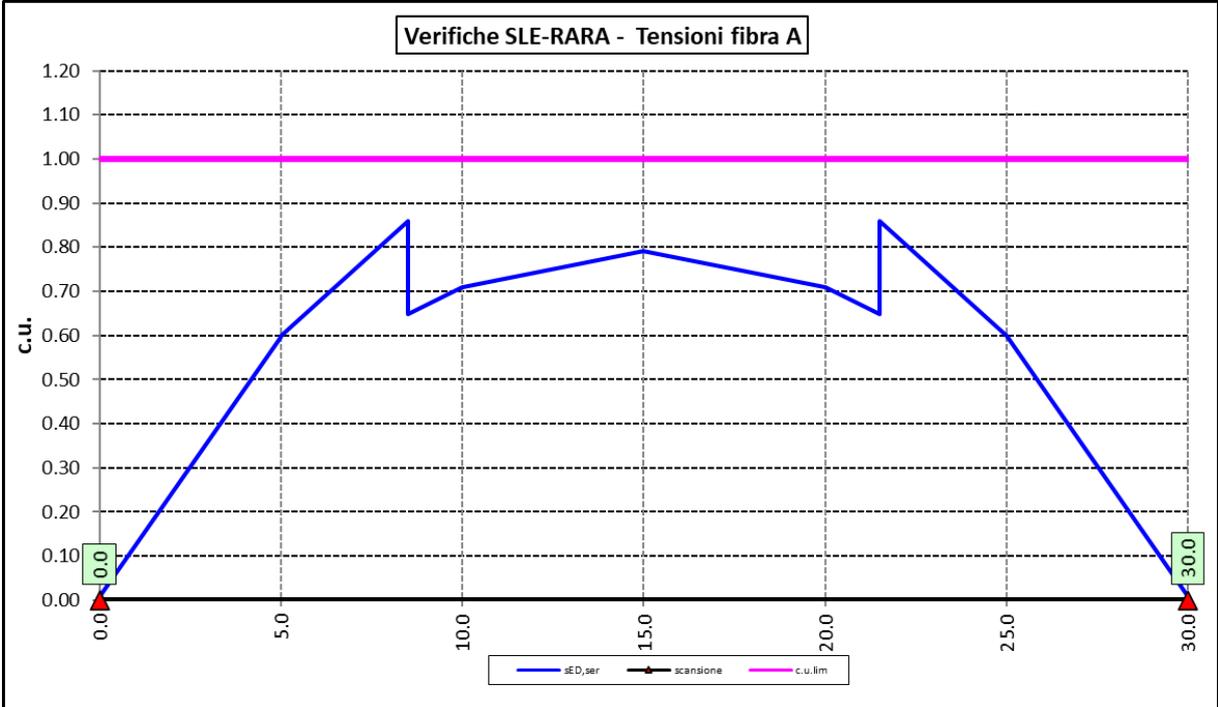
$$\frac{\sigma_{Ed,ser}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

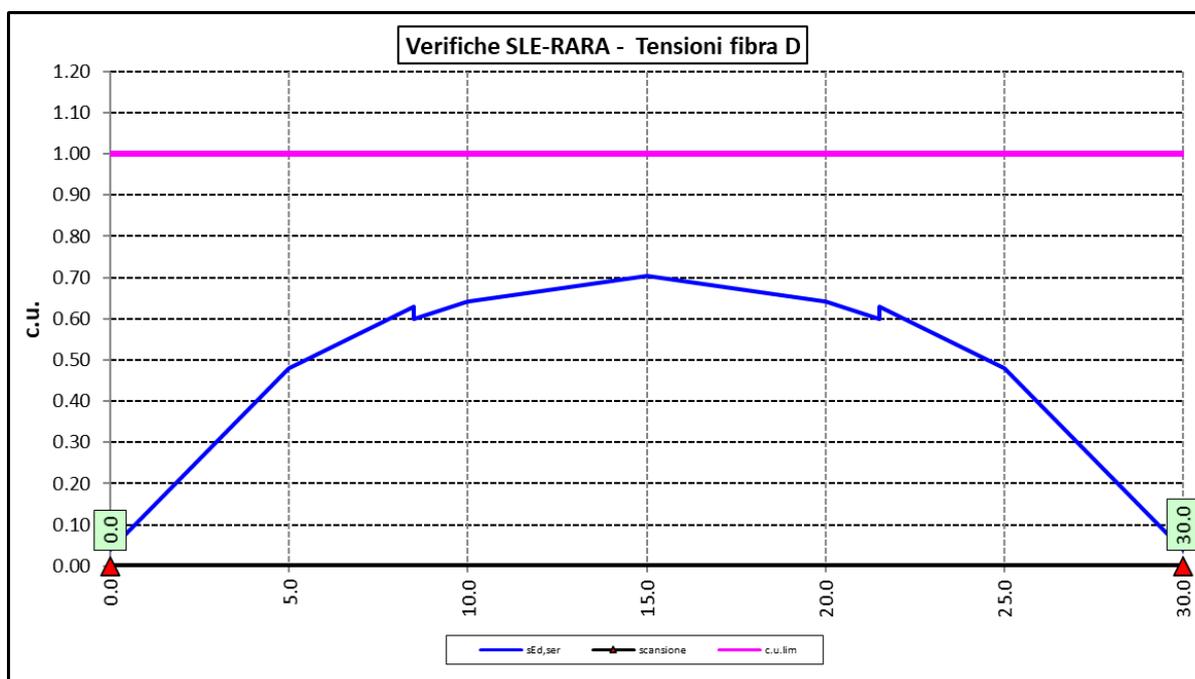
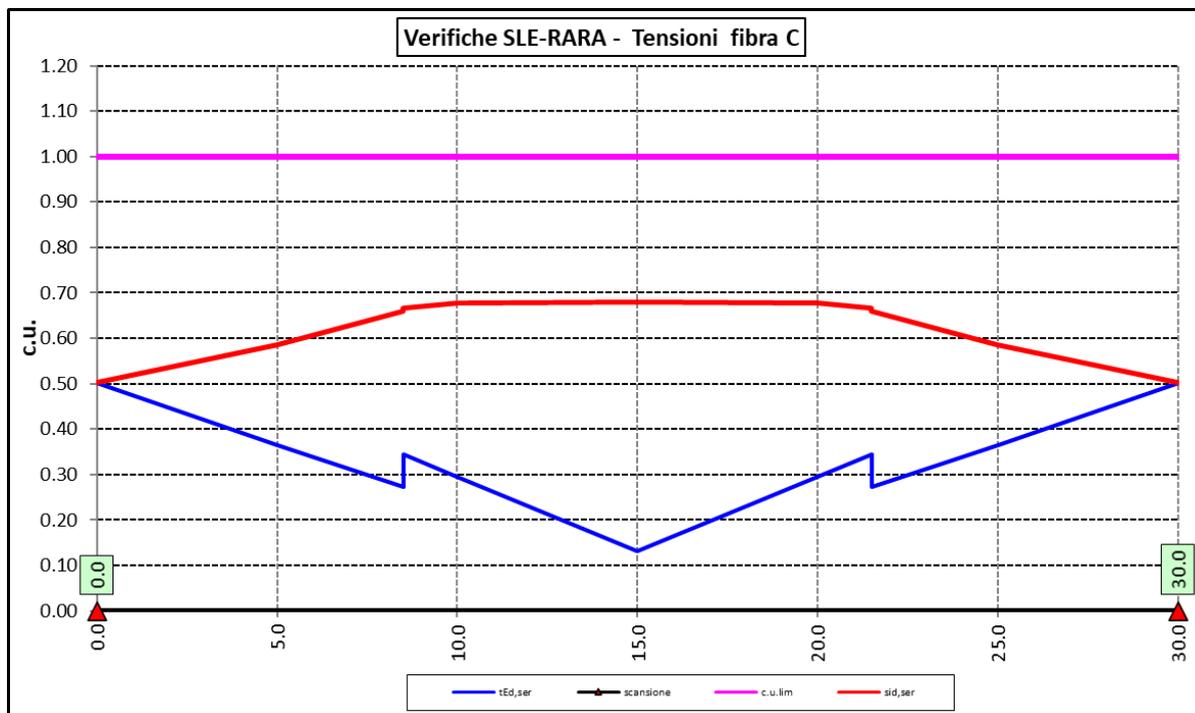
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{Ed,ser}^2 + 3\tau_{Ed,ser}^2}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

Il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{M,ser}$ è stato assunto come raccomandato in EN 1993-2:2006 (EC3-2) pari a 1.

Le tensioni sono state valutate nelle fibre esterne delle piattabande e dell'anima. Di seguito si presentano i risultati delle verifiche svolte in forma grafica:





6.3.4 Verifiche a fatica

I ponti a sezione composta sono soggetti ad azioni dinamiche variabili nel tempo, e possono manifestare, in tempi più o meno lunghi, problemi legati alla fatica, con conseguente limitazione della funzionalità in esercizio e, nelle situazioni più critiche, il collasso della struttura.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

L'esecuzione delle verifiche di resistenza a fatica dei componenti degli impalcati metallici o a sezione composta prevede l'individuazione dei dettagli maggiormente sensibili e la loro classificazione in base alle curve S-N, nonché alla scelta del relativo coefficiente parziale di sicurezza γ_{Mf} . Il coefficiente γ_{Mf} dipende sia dalla accessibilità per l'ispezione, sia dall'entità delle conseguenze delle crisi per fatica dell'elemento o della struttura. Si possono utilizzare due diversi approcci progettuali:

- *criterio del danneggiamento accettabile per strutture poco sensibili alla rottura per fatica.*
- *criterio della vita utile a fatica per strutture sensibili alla rottura per fatica.*

Criteri di valutazione	Conseguenze moderate (γ_{Mf})	Conseguenze significative (γ_{Mf})
Danneggiamento accettabile	1,00	1,15
Vita utile a fatica (Safe Life)	1,15	1,35

Tabella 6.2. Coefficienti parziali γ_{Mf}

La verifica a fatica può essere condotta controllando che i valori massimi dei delta di tensione sulla struttura siano inferiori ai limiti di fatica per i diversi dettagli costruttivi (verifica per "Vita Illimitata") oppure controllando che, per un definito numero di cicli di tensione, la struttura possa subire delta di tensione in grado di creare danneggiamento ma con effetto complessivo non significativo nella vita di progetto dell'opera (verifica a "Danneggiamento").

I modelli di carico da utilizzarsi per la verifica a fatica degli impalcati stradali sono:

- il modello di carico LM1 costituito dallo schema di carico 1, ma con valori dei carichi concentrati ridotti del 30 % e carichi distribuiti ridotti del 70 % (utilizzabile per verifiche a vita illimitata)

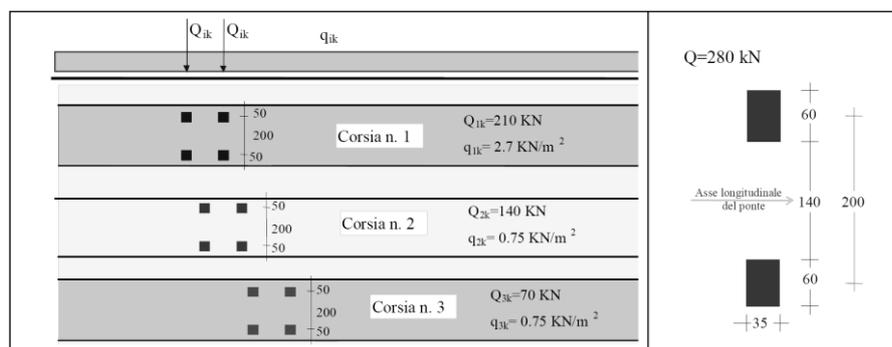


Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1

- il modello di carico LM2 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a vita illimitata)

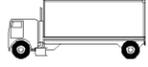
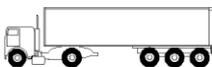
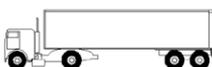
SAGOMA del VEICOLO		Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
		4,5	90	A
			190	B
		4,20	80	A
		1,30	140	B
			140	B
		3,20	90	A
		5,20	180	B
		1,30	120	C
		1,30	120	C
			120	C
		3,40	90	A
		6,00	190	B
		1,80	140	B
			140	B
		4,80	90	A
		3,60	180	B
		4,40	120	C
		1,30	110	C
			110	C

Figura 6.5. Modello di carico a fatica LM2

- il modello di carico LM3, che si compone di un veicolo convenzionale dal peso complessivo di 480 kN (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

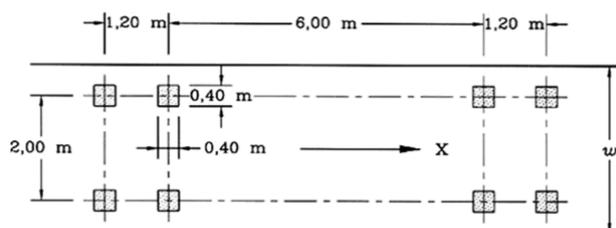


Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

- il modello di carico LM4 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

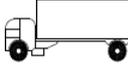
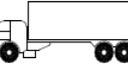
Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0
	A B B B	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0
	A B C C C	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0

Figura 6.7. Modello di carico a fatica LM4

Le verifiche a fatica per vita illimitata sono condotte, per dettagli caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante ($\Delta\sigma_D$), controllando che il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{\max} = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$ indotto nel dettaglio stesso dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica del dettaglio stesso. Ai fini del calcolo del $\Delta\sigma_{\max}$ si possono impiegare, in alternativa, i modelli di carico di fatica 1 e 2, disposti sul ponte nelle due configurazioni che determinano la tensione massima e minima, rispettivamente, nel dettaglio considerato.

$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_{\max} \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}}$$

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ($\Delta\sigma_D$) per $5 \cdot 10^6$ cicli di carico.

Le verifiche a danneggiamento consistono nel verificare che nel dettaglio considerato lo spettro di carico produca un danneggiamento $D \leq 1$. Il danneggiamento D è valutato mediante la legge di Palmgren-Miner, considerando la curva S-N caratteristica del dettaglio e la vita nominale dell'opera.

$$D = \sum_{i=1}^p D_i = \sum_{i=1}^p \frac{n_i}{N_i} \leq 1$$

Tali verifiche sono condotte considerando lo spettro di tensione indotto nel dettaglio dal modello di fatica semplificato n. 3, o, in alternativa, dallo spettro di carico equivalente costituente il modello di fatica n. 4.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

In alcuni casi è possibile ricondurre la verifica a danneggiamento alla determinazione del delta di tensione equivalente $\Delta\sigma_E$ mediante una serie di coefficienti λ , opportunamente calibrati, funzione della luce della campata, del volume di traffico atteso, della vita di progetto dell'opera e della simultaneità di più veicoli lenti nella carreggiata:

$$\Delta\sigma_E = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot \varphi_{fat} \cdot [\sigma_{FLM,max} - \sigma_{FLM,min}] = \lambda \cdot \varphi_{fat} \cdot \Delta\sigma_{max}$$

con $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max}$. Per l'applicazione del metodo si può far riferimento a EN 1994-2.

Il coefficiente dinamico equivalente φ_{fat} per ponti stradali è assunto diverso dall'unità solo nelle prossimità dei giunti di dilatazione. In definitiva, si conduce la verifica a danneggiamento controllando che risulti:

$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_E(\lambda) \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}}$$

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ($\Delta\sigma_C$) per $2 \cdot 10^6$ cicli di carico ad ampiezza costante.

6.3.4.1 Verifica a vita illimitata

Le verifiche a fatica sono state eseguite con il **metodo a vita illimitata** utilizzando il **carico LM2** in conformità al D.M. 14/01/2018 (carichi di progetto e coefficienti di sicurezza), ed alle indicazioni riportate della Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 Febbraio 2009, n. 617, relative alle metodologie ed i particolari costruttivi (par. C.4.2.4.1.4.).

La verifica è poi condotta con il **criterio della vita utile** (Safe Life) assumendo $\gamma_{Mf} = 1.35$.

Il carico LM2 è stato applicato secondo le indicazioni contenute al p.to 4.6.3 dell' Eurocodice ENV 1991-2 il quale precisa che i singoli veicoli che compongono l'LM2 devono essere fatti transitare separatamente lungo il ponte.

Il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{max}$ in ogni sezione sarà pari al valore massimo dei cinque $\Delta\sigma$ dovuti a ciascuno dei veicoli che formano l'LM2.

Ciascun veicolo percorre il ponte da spalla a spalla posizionato trasversalmente in asse alla corsia di marcia lenta della sezione stradale.

Sono stati considerati i particolari da fatica riportati nella tabella seguente:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

	Descrizione del Particolare	$\Delta\sigma_c$ (Mpa)		$\Delta\sigma_D$ (Mpa)		Size Effect
		2·10 ⁶ cicli		5·10 ⁶ cicli (1)		
1	Irrigidimento verticale o montante del traverso in semplice piatto saldato sulle piattabande	80		59		NO
2	Contropiastra saldata alla piattabanda inferiore in corrispondenza degli appoggi per compensazione pendenza longitudinale e collegamento apparecchi di appoggio	56		41,3		NO
3	Terminazione impilaggio con taglio della piattabanda impilata a 90°	56		41,3		NO
4	Arco di scarico sull' anima per consentire l' esecuzione della giunzione saldata di testa delle piattabande	71		52,3		NO
5	Saldatura di testa delle piattabande con $T_{min} \leq 25$ mm e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (2). T_{min} = spessore minimo delle piattabande da unire	90		66,3		NO (3)
6	Saldatura di testa delle piattabande con $T_{min} > 25$ mm e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (4). T_{min} = spessore minimo delle piattabande da unire	T_{min}	$\Delta\sigma_c$	T_{min}	$\Delta\sigma_D$	SI (5)
		25	112	25	83	
		30	108	30	80	
		35	105	35	77	
		40	102	40	75	
		45	100	45	73	
		50	98	50	72	
		55	96	55	71	
		60	94	60	69	
		65	93	65	68	
		70	91	70	67	
		75	90	75	66	
		80	89	80	65	
85	88	85	65			
90	87	90	64			
95	86	95	63			
100	85	100	63			

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

7	Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione tra elementi di spessore differente con assi allineati con <u>Tmin ≤ 25 mm</u> Tmin = spessore minimo delle anime da unire	71	52,3	NO (3)
---	---	----	------	--------

1. $\Delta\sigma_D = 0,737 \times \Delta\sigma_C$
2. Sovrasspessore di saldatura non superiore al 10% della larghezza del cordone
3. Per spessori inferiori a 25 mm non è necessario tener conto dell' effetto dello spessore su $\Delta\sigma_C$
4. Saldatura molata a raso
5. Per spessori superiori a 25 mm è necessario tener conto dell' effetto dello spessore su $\Delta\sigma_C$ secondo la relazione $\Delta\sigma_{C,rid}(Tmin) = \Delta\sigma_C(25\text{ mm}) \times K_s$; $K_s = (25 / Tmin)^{0,2}$

Dall'esame della tabella precedente risulta che, con i particolari costruttivi previsti in progetto, la saldatura di testa delle piattabande (anche per spessori considerevoli) presenta un $\Delta\sigma_C$ sempre superiore al particolare n° 7 (Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione).

Analogamente, il particolare n°4 (Arco di scarico sull' anima per consentire l'esecuzione della giunzione saldata di testa delle piattabande), presenta un $\Delta\sigma$ uguale al particolare n° 7 (Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione).

Pertanto per la verifica a fatica nelle sezioni in cui è prevista la giunzione di testa dei conci sono stati utilizzati i particolari n° 4-7.

Per quanto riguarda i coefficienti γ sono stati utilizzati i seguenti valori:

- $\gamma_F = 1$
- $\gamma_{Mf} = 1,35$ (Coeff. di sicurezza per la verifica a fatica)

Nel seguito sono rappresentati in forma grafica i risultati ottenuti e le verifiche effettuate.

Nelle due figure seguenti sono rappresentate le verifiche a fatica.

Su ciascun grafico sono riportate due curve che rappresentano:

- Il diagramma dell' involucro dei $\Delta\sigma$ (in Mpa) dovuti ai cinque veicoli che formano il carico LM2 ($\Delta\sigma_E$).
- Il diagramma dei $\Delta\sigma$ "Resistenti ridotti" ($\Delta\sigma_{R,rid}$) pari al valore dei $\Delta\sigma_D$ riportati nella tabella divisi per il coeff. $\gamma_{Mf} = 1,35$.

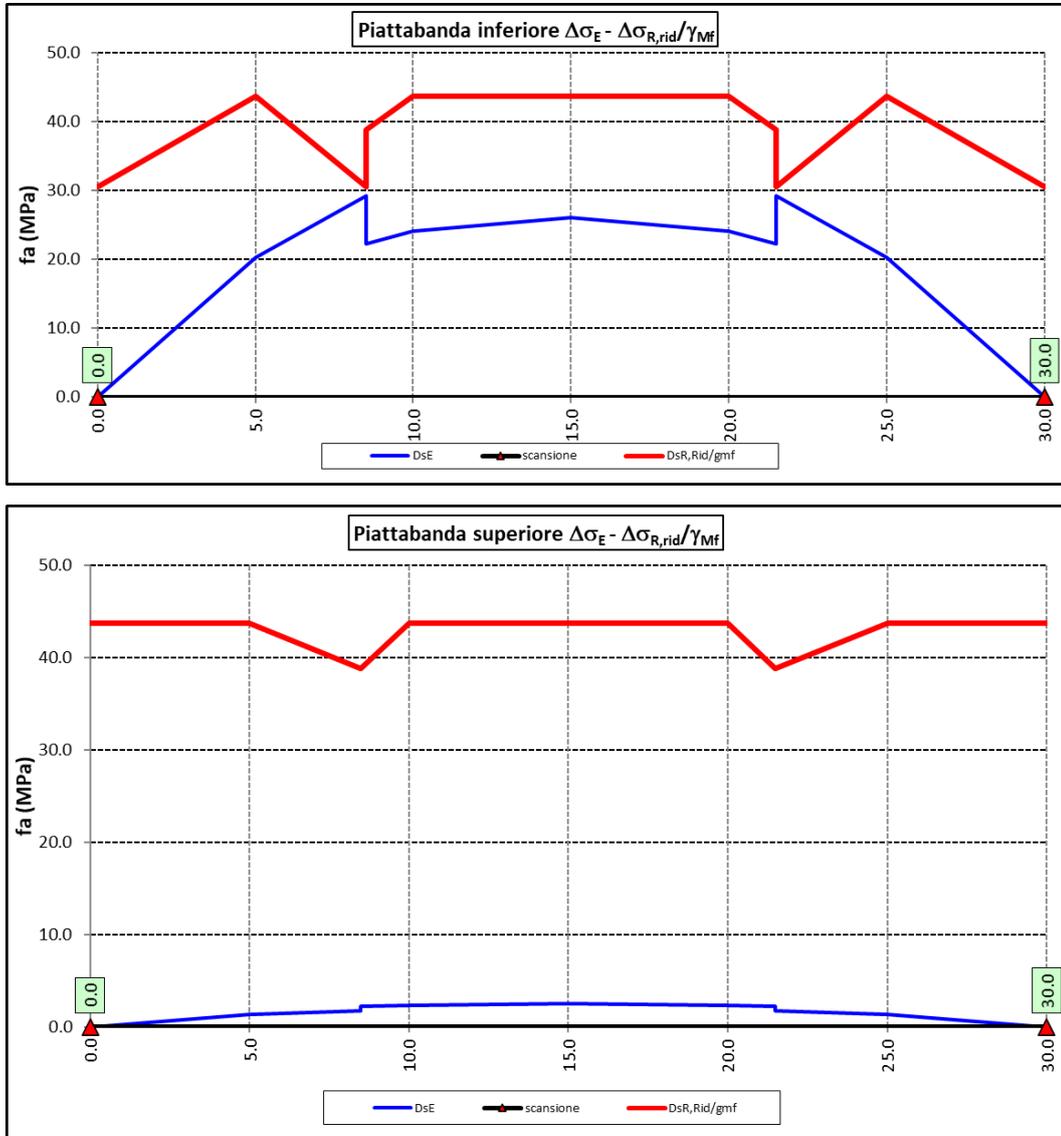
Tale grafico è stato costruito usando come retta di riferimento il valore del particolare n° 1 (presente ad interasse di circa 7 m lungo tutto lo sviluppo della struttura) per il quale si ha:

$$\Delta\sigma_{R,rid} = \Delta\sigma_D / 1,35 = 59/1,35 = 43,7 \text{ Mpa.}$$

I "picchi" verso il basso, rispetto a questa retta di riferimento, rappresentano i seguenti particolari:

- Particolare 2 (contropiastra) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 3 (terminazione impilaggio) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 7 (saldatura di testa delle anime di spessore non superiore a 25 mm) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 52,3/1,35 = 38,8 \text{ Mpa}$

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.



6.3.5 Verifiche SLU delle saldature longitudinali

I cordoni d'angolo delle saldature flangia superiore – anima (fibra C) ed anima – flangia inferiore (fibra B) sono stati verificati agli SLU ed allo stato limite di fatica.

Per quanto attiene le verifiche di resistenza SLU, devono essere rispettate simultaneamente le seguenti condizioni (par. 4.2.8.4):

$$\sqrt{\tau_{//}^2 + n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2} \leq \beta_1 f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 f_{yk}$$

Con β_1 e β_2 forniti dalla seguente tabella in funzione del grado di acciaio:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tabella 4.2.XIV Valori dei coefficienti β_1 e β_2

	S235	S275 - S355	S420 - S460
β_1	0,85	0,70	0,62
β_2	1,0	0,85	0,75

Essendo:

$\tau_{//}$ la tensione tangenziale agente nella sezione di gola parallela all'asse del cordone di saldatura.

n_{\perp} la tensione normale agente nella sezione di gola perpendicolare all'asse del cordone di saldatura;

Nel calcolo della n_{\perp} per il cordone a livello della flangia superiore si tiene conto del peso della soletta, del carico permanente e dell'azione di una ruota dell'asse di carico tandem di schema 1 (Q=150 kN - lunghezza dell'impronta 40 cm), diffusa a 45° nello spessore della pavimentazione e della soletta.

Per quanto riguarda la verifica a fatica, è stata condotta una verifica a **vita illimitata** secondo il criterio della **vita utile a fatica**, ipotizzando **conseguenze significative** della rottura; ciò conduce ad un coefficiente parziale di sicurezza pari a $\gamma_{Mf} = 1,35$.

Il valore del delta di tensione tangenziale resistente è definito, tramite l'applicazione del coefficiente parziale di sicurezza γ_{Mf} , a partire dal delta di tensione resistente per 2×10^6 cicli (classe del dettaglio $\Delta\tau_C = 80$ MPa), secondo la seguente relazione:

$$\Delta\tau_R = \frac{\Delta\tau_L}{\gamma_{Mf}} = \frac{0,457 \cdot \Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}} = \frac{0,457 \cdot 80}{1,35} = 27 \text{ MPa}$$

In allegato si riportano gli esiti delle verifiche effettuate.

La dimensione dei cordoni d'angolo delle saldature è riportata nelle tabelle allegate e negli elaborati grafici.

6.3.6 Verifiche delle connessioni a pioli

Si adottano pioli tipo Nelson di altezza 220 mm e diametro 22 mm.

La resistenza di calcolo a taglio SLU del singolo connettore, valutata secondo le espressioni di cui al punto 4.3.4.3.1.2 delle NTC2018 è:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	γ_V		1.25
Diametro del piolo	d	mm	22
altezza del piolo	hsc	mm	220
resistenza a compressione cilindrica cls soletta	fck	Mpa	35
Modulo elastico cls soletta	Ec	Mpa	34077
coefficiente alpha	α		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min ($P_{RD,a}; P_{RD,c}$))	$P_{RD,SLU}$	kN	109.5

Agli SLE si considera la seguente resistenza dei connettori:

Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	$P_{RD,SLE}$	kN	82.1

Le verifiche nei confronti dello Stato Limite Ultimo di fatica sono effettuate "a danneggiamento" controllando che sia:

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta compressa:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} \leq \Delta\tau_C / \gamma_{Mf,s} \quad \text{controllo sul delta di tensione tangenziale } \Delta\tau$$

Con:

$$\Delta\tau_{E,2} \quad \text{delta di tensione equivalente sul piolo;}$$

$$\Delta\tau_C \quad \text{valore di riferimento della resistenza a fatica del piolo pari a 90 MPa;}$$

$$\gamma_{Ff} \quad \text{fattore di sicurezza parziale sui carichi pari ad 1.0;}$$

$$\gamma_{Mf,s} \quad \text{fattore di sicurezza parziale sul materiale costituente il piolo posto pari a 1.15.}$$

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta tesa:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} \leq \Delta\tau_C / \gamma_{Mf,s} \quad \text{controllo sul delta di tensione tangenziale } \Delta\tau$$

$$\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C \cdot \gamma_{Mf}} + \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C \cdot \gamma_{Mf,s}} \leq 1,3 \quad \text{controllo sull'interazione fra } \Delta\tau \text{ e } \Delta\sigma$$

Con:

$$\Delta\sigma_{E,2} \quad \text{intervallo di tensioni agenti sulla piattabanda superiore;}$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

$\Delta\sigma_C$ valore di riferimento della resistenza a fatica della piattabanda superiore pari a 80 MPa.

Il delta di tensione equivalente sul piolo è pari a:

$$\Delta\tau_{E,2} = \lambda_V \cdot \Delta\tau$$

con λ_V è il fattore di danneggiamento equivalente per la connessione a pioli e $\Delta\tau$ intervallo di tensioni tangenziali prodotte dal carico da fatica.

Pertanto si ha:

Dati per verifiche a fatica - Danneggiamento equivalente	Var		unità
Classe di resistenza a fatica per pioli (scorrimento)	$\Delta\tau_c$	Mpa	90.0
Classe di resistenza a fatica della piat. Sup. per effetto saldatura pioli	$\Delta\sigma_c$	Mpa	80.0
Coefficiente parziale amplificativo dei carichi	γ_{Ff}		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	γ_{Mf}		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	69.6

Il calcolo dei fattori lambda e lambda v fornisce i seguenti risultati:

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var		unità
tipo di traffico:	percorrenza		lunga
Vita di progetto del ponte	t_{d}	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Q_{m1}	kN	445
numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla	N_{obs}		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	λ_2		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_3		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_4		1.00
fattore lambda v 1	λ_{v1}		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	λ_{v2}		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_{v3}		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_{v4}		1.00
fattore lambda v	λ_v		1.437

Infine, si è tenuto conto delle azioni concentrate alle estremità dovute a ritiro e variazioni termiche.

I connettori sono stati disposti ad interasse costante pari a 200 mm lungo l'asse delle travi principali.

I risultati delle verifiche svolte sono riportati in allegato.

6.4 Verifiche SLE di deformabilità della struttura

E' stato verificato che la somma delle deflessioni dovute ai carichi permanenti fosse inferiore di 1/150 della luce delle campate.

Inoltre, è stato effettuato un controllo delle deflessioni generate in fase di esercizio dai carichi mobili, verificando che queste risultano sempre non maggiori di 1/500 la luce delle campate.

I risultati a delle verifiche svolte sono riepilogati nella seguente tabella:

Nodo	Progr (m)	peso proprio		permanenti portati		Ritiro iperstatico	Totale permanenti	Luce campate (m)	1/150 L	Verifica	Carichi mobili - C	Carichi mobili - D	Carichi mobili - F	Carichi mobili	1/500 L	Verifica	Controfreccia teorica
		fg1 (m)	fg2 (m)	fr (m)	fperm (m)	L(m)	fq1 (m)	fCf-t (m)									
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	-0.200	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.060	OK!	0.000
2	5.00	-0.031	-0.005	0.000	0.000	-0.037	30.000	-0.200	OK!	-0.008	-0.006	0.000	-0.013	-0.060	OK!	0.040	
3	8.50	-0.048	-0.008	0.000	0.000	-0.056	30.000	-0.200	OK!	-0.012	-0.008	0.000	-0.020	-0.060	OK!	0.061	
4	10.00	-0.053	-0.009	0.000	0.000	-0.062	30.000	-0.200	OK!	-0.013	-0.009	0.000	-0.022	-0.060	OK!	0.067	
5	15.00	-0.060	-0.010	0.000	0.000	-0.070	30.000	-0.200	OK!	-0.015	-0.011	0.000	-0.026	-0.060	OK!	0.077	
6	20.00	-0.053	-0.009	0.000	0.000	-0.062	30.000	-0.200	OK!	-0.013	-0.009	0.000	-0.022	-0.060	OK!	0.067	
7	21.50	-0.048	-0.008	0.000	0.000	-0.056	30.000	-0.200	OK!	-0.012	-0.008	0.000	-0.020	-0.060	OK!	0.061	
8	25.00	-0.031	-0.005	0.000	0.000	-0.037	30.000	-0.200	OK!	-0.008	-0.006	0.000	-0.013	-0.060	OK!	0.040	
9	30.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	-0.200	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.060	OK!	0.000	

La figura seguente fornisce evidenza dei risultati ottenuti:

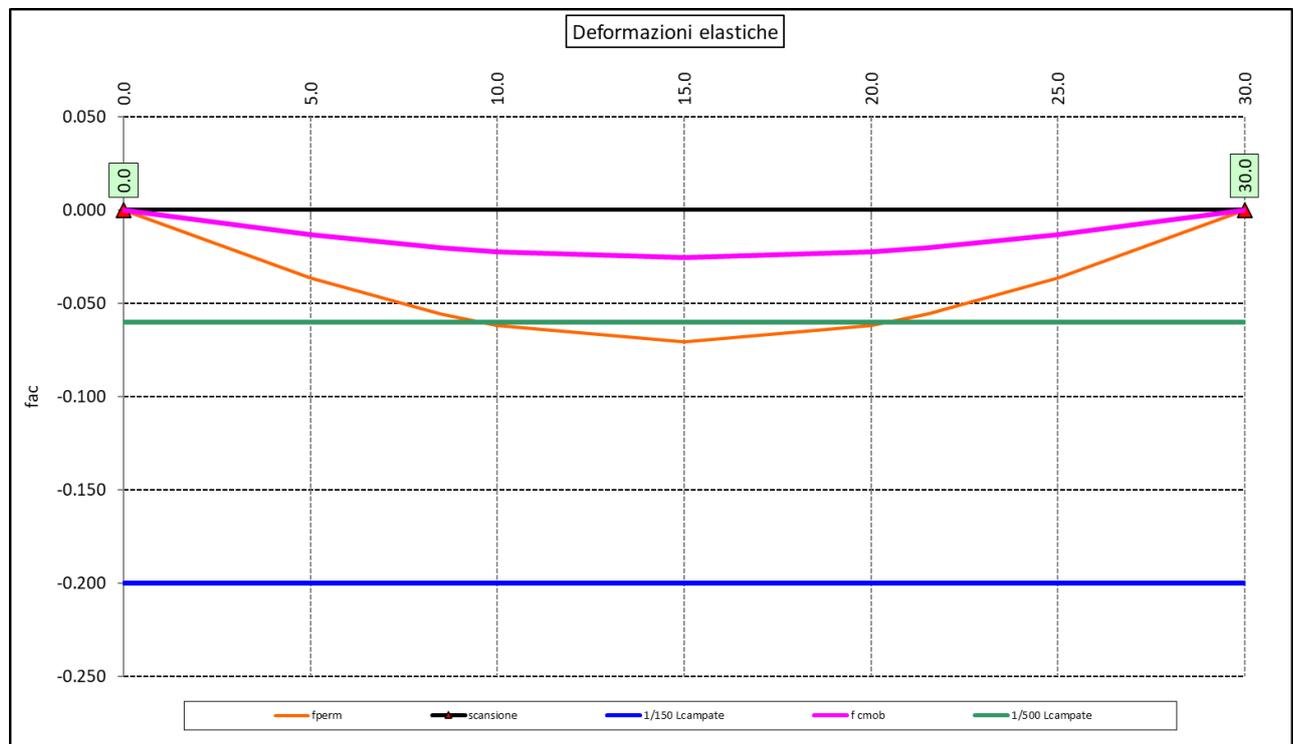


Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

Le deflessioni delle travi dovute ai carichi permanenti saranno recuperate mediante opportune controfreccie di montaggio. La contro freccia teorica f_{Cf} è stabilita pari a:

$$f_{Cf} = f_{G1} + f_{G2} + f_{rit} + 25\% f_{Cmob}$$

essendo:

f_{G1} : la deflessione dovuta ai pesi propri;

f_{G2} : la deflessione dovuta ai permanenti portati;

f_{rit} : la deflessione dovuta al ritiro iperstatico;

f_{Cmob} : la deflessione dovuta ai carichi mobili.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

La figura seguente riporta l'andamento della contro freccia teorica in base alla quale sarà costruita la controfreccia di montaggio:

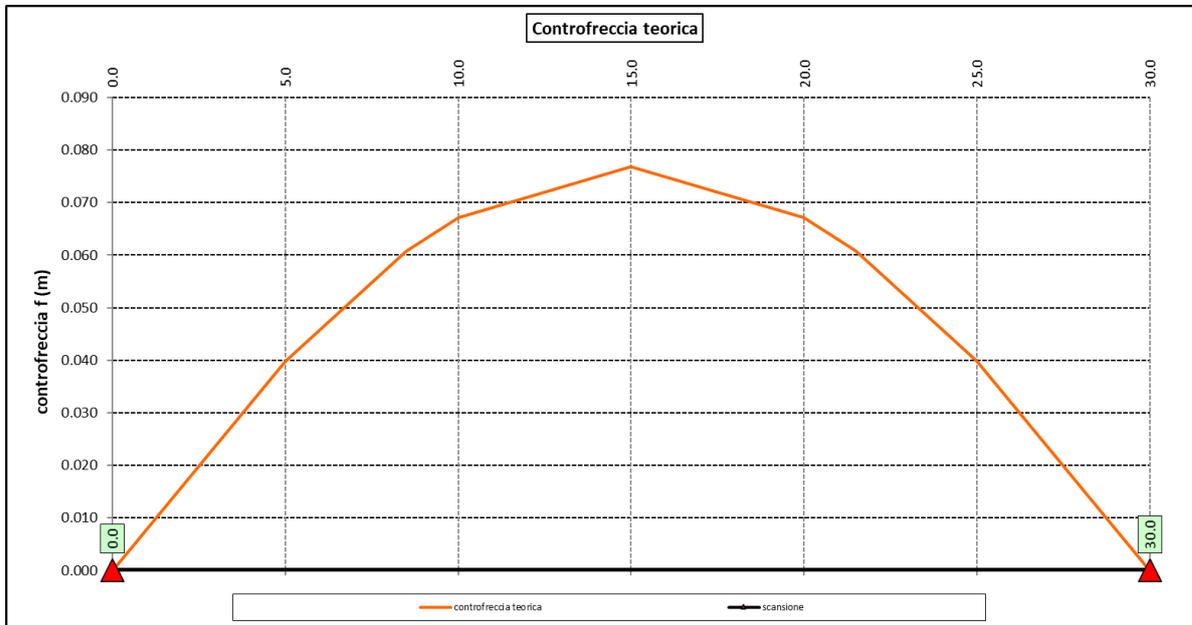


Figura 6.9. Travi principali – controfreccia teorica

6.5 Verifica della Soletta in c.a.

Si prevede che il getto della soletta avvenga su predalle di altezza pari a 7 cm tessute in direzione trasversale all'asse dell'impalcato ed appoggiate sulle ali superiori delle travi principali.

Il getto della soletta dovrà tassativamente avvenire in due fasi in direzione trasversale:

1. dapprima si eseguirà il getto della soletta nella parte centrale compresa tra le travi principali, comprendendo il getto degli sbalzi per 1.00 m dall'asse delle travi. I suddetti getti avverranno secondo questa successione:
 - a. getto di due fasce di larghezza pari a 2.00 m a cavallo delle travi principali;
 - b. completamento del getto della campata compresa tra le travi principali.
 N.B. non è richiesta alcuna maturazione dei getti nel passaggio tra la fase 1a e la fase 1b.
2. successivamente avverrà il completamento della soletta con il getto delle zone rimanenti degli sbalzi. Il getto di seconda fase potrà avvenire solo dopo che il getto di prima fase avrà raggiunto la resistenza di 25 Mpa.

Infine si provvederà a realizzare il getto dei cordoli.

In direzione longitudinale i getti andranno effettuati dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti delle zone a cavallo delle spalle.

Nel prosieguo sono presentate le verifiche delle predalle in fase di autoportanza e quelle dell'intera soletta in esercizio.

6.5.1 Verifica delle predalles in fase di autoportanza

Le predalle, di larghezza pari a 2.40 m, saranno armate con tralicci di tipo HD Baustrada 12/16/10 h=205 mm posti ad interasse corrente di 40 cm (n.6 tralicci).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

In fase di calcolo è stato considerato un sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi d'opera pari a 1.0 kN/m².

Le predalle sono interrotte in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi principali per consentire l'alloggiamento dei connettori.

La verifica delle sezioni viene effettuata in mezzeria per la campata interna ed in corrispondenza dell'incastro dello sbalzo.

In accordo alle fasi di getto, si considerano 3 schemi di carico:

1. Peso proprio predalla + getto in corrispondenza della campata interna + peso dei mezzi d'opera posizionati in corrispondenza della campata interna compresa tra le travi metalliche. In questa fase si verifica il traliccio in corrispondenza della sezione di mezzeria (massimo momento positivo). A favore di sicurezza si trascura il contributo stabilizzante offerto dal peso dei getti di completamento sugli sbalzi eseguiti in fase 1a.
2. Peso proprio predalla + getto dello sbalzo per 1.00 m dall'asse della trave principale + peso dei mezzi d'opera su tutta la lunghezza dello sbalzo. Si verifica il traliccio in corrispondenza dell'incastro dello sbalzo.
3. Peso proprio predalla e della veletta di bordo + peso completamento del getto dello sbalzo + peso dei mezzi d'opera. In questa fase si verifica il traliccio in corrispondenza della sezione a 1.00 m dall'asse della trave di bordo.

Di seguito si illustrano i criteri di calcolo e verifica e successivamente i risultati delle verifiche effettuate per il caso in esame.

6.5.1.1 Criteri di calcolo e verifica

Gli sforzi normali massimi di trazione/compressione N_{Ed} , agenti sui correnti dei tralici per verifiche SLU di resistenza a trazione e instabilità a compressione, sono determinati dividendo il momento flettente di calcolo agli SLU per il braccio delle forze interne h_u , pari alla distanza verticale tra il corrente superiore e inferiore.

Gli sforzi normali massimi di compressione agenti sulle diagonali dei tralici si ottengono dividendo il massimo taglio di calcolo V_{max} nella sezione considerata, per il seno dell'angolo α , formato dalla diagonale con l'asse dei correnti nel piano longitudinale, e per il coseno dell'angolo β , formato dalla diagonale con l'asse verticale nel piano trasversale.

Verifica di resistenza dei correnti tesi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$c.m. = \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0$$

La resistenza a trazione $N_{t,Rd}$ dei correnti tesi è pari a:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_M}$$

essendo:

A_s l'area totale dei correnti tesi;
 f_{yk} la tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio dei correnti;
 γ_M è il coefficiente di sicurezza pari a 1.15 per acciaio B450C.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Verifica all'instabilità dei correnti compressi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$c.m. = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.0$$

La resistenza all'instabilità $N_{b,Rd}$ delle aste compresse dei tralicci è stata valutata in accordo al paragrafo §4.2.4.1.3.1 delle NTC2018:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_s f_{yk}}{\gamma_M}$$

Essendo:

- A_s l'area totale dei correnti compressi;
- f_{yk} la tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio dei correnti;
- γ_M è il coefficiente di sicurezza pari a 1.15 per acciaio B450C.
- χ il coefficiente di riduzione dello sforzo normale a compressione fornito dalla seguente espressione:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

dove:

$$\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} + 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

- α è il fattore di imperfezione assunto pari a 0.49 in accordo alla tab. Tab 4.2.VI;

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}}$$

è la snellezza adimensionale;

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L_0^2}$$

è il carico critico euleriano, dipendente dalle proprietà della sezione lorda e dalla

lunghezza libera di inflessione dell'asta $L_0 = \beta L$;

$\beta = 1.0$ nel caso dei correnti e $\beta = 0.9$ nel caso delle diagonali dei tralicci.

L è la lunghezza dell'asta; nel caso dei correnti è pari alla distanza che intercorre tra due successivi nodi dei tralicci in direzione longitudinale, mentre nel caso delle diagonali è pari alla lunghezza effettiva della diagonale.

6.5.1.2 Verifica della predalla in mezzeria della campata tra le travi

A favore di sicurezza, ai fini dell'autoportanza si trascura il contributo offerto dalle armature integrative disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralicci.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Interasse tra le travi	it	mm	4850
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave	Ls_sx	mm	2930
Larghezza asola sulla piattabanda superiore sx	Bas_sx	mm	540
Distanza tra asse trave sx e asse appoggio predalla	Dap_sx	mm	310
Lunghezza dello sbalzo dx rispetto ad asse trave	Ls_dx	mm	2425
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx	Bas_dx	mm	540
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla	Dap_sx	mm	310
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi	hs1c	mm	310
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche	hs2	mm	310
Luce di calcolo della predalla in campata	ls	mm	4230

DATI PERMANENTI PORTATI	Var	unità
-------------------------	-----	-------

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità				
n. tralicci per dala	nt	6				
altezza traliccio	ht	mm	205			
Sezione corrente						
	n	ϕ	A	At	di	l
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215
Armatura inferiore nella dala	0	0		0	30	0
spessore predalla in agli sbalzi per carichi		mm	70			
spessore predalla in campata per carichi		mm	70			
spessore predalla in campata per verifiche		mm	70			
larghezza predalla		mm	2400			

CALCOLI STATICI

FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI COMPLETAMENTO						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	p	p
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio predalla agli sbalzi	g1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla in campata	g1b	2.40	0.070	25.0		4.20
peso proprio getto di completamento	g1c	2.40	0.240	25.0		14.40
peso mezzi d'opera	q	2.40			1.00	2.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità	
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	52.01
ascissa taglio nullo	x_V(0)	m	2.20
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	23.49
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	5.37
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	40.84
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	5.08
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γ p		1.30
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γ q		1.50
Verifiche SLU - Momento flettente in mezzzeria	Mmax	kNm	38.6
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	60.7

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI			
	Var	unità	
altezza del traliccio	ht	m	0.191
Momento flettente	Mmax	kNm	38.59
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.8
Sforzo massimo nei correnti	Nmax1	kN	202.0
Verifica dei correnti compressi			
	Var	unità	cor traliccio
n. correnti	nc		6
Diametro corrente compresso	φ	mm	16
Area corrente compresso	A	mmq	201
Momento d'inerzia corrente compresso	Ix	mm4	3217
raggio d'inerzia corrente	isup	m	0.0040
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.20
coefficiente beta	β		1.00
snellezza	λ		50.0
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	166690
snellezza adimensionale	λ ₋		0.74
fattore di imperfezione alpha	α		0.49
coefficiente φ	φ		0.90
coefficiente χ	χ		0.70
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	331
coefficiente di utilizzo	c.u		0.61 < 1.0
Verifica dei correnti tesi			
	Var	unità	inferiori
A correnti	A	mmq	1357
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	531
coefficiente di utilizzo	c.u		0.38 < 1.0
VERIFICA DIAGONALI			
altezza del traliccio	ht	m	0.191
n. diagonali	nd		12
Taglio massimo	Vmax	kN	60.70
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.8
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	70.0
Diametro diagonale	φ	mm	10.0
Area diagonale	A	mmq	79
Momento d'inerzia diagonale	Ix	mm4	491
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.22
coefficiente beta	β		0.90
snellezza	λ		79.3
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	25887
snellezza adimensionale	λ ₋		1.17
fattore di imperfezione alpha	α		0.49
coefficiente φ	φ		1.42
coefficiente χ	χ		0.45
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	166
coefficiente di utilizzo	c.u		0.42 < 1.0

Come è possibile evincere tutte le verifiche di resistenza ed instabilità delle aste dei tralci sono soddisfatte.

6.5.1.3 Verifica della predalle tralicciate in corrispondenza degli sbalzi

Il calcolo viene svolto in due fasi, la prima corrisponde al getto della prima parte dello sbalzo, la seconda al getto di completamento. A favore di sicurezza, ai fini dell'autoportanza si trascura il contributo offerto dalle armature integrative disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralci. La verifica è relativa allo sbalzo di luce maggiore:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Altezza complessiva soletta alla estremità inc. sbalzo	hss1	mm	310
Altezza complessiva soletta alla estremità libera sbalzo	hss2	mm	310
Luce dello sbalzo rispetto all'asse della trave	ls	mm	2930
Inclinazione del getto in opera - intradosso	incl		0.000
Larghezza asola sulla piattabanda superiore	Lasol	mm	540
Distanza tra asse trave e asse appoggio predalla	Dap	mm	310
Estensione del getto di prima fase dall'asse della trave	Lg1	mm	1000

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità	
n. tralicci per dalla	nt		6
altezza traliccio all'incastro	ht	mm	205

Sezione corrente

	n	ϕ	A	At	di	I
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215
Armatura di rinforzo nella dalla	0	0		0	30	0
Altezza complessiva predalla alla estremità libera		mm	70			
Altezza complessiva predalla alla estremità inc. sbalzo		mm	70			
larghezza lastra		mm	2400			
coefficiente di omogeneizzazione			10			
Area lastra		mm2	16800			

Caratteristiche geometrico-inerziali

	Var	unità	
Area totale	At	mm2	19364
Momento statico rispetto al lembo inferiore	Mstat	mm3	910704
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm	47
Momento d'inerzia dalla tralicciata	It	mm4	48561353

Sezione asolata d'estremità

	n	ϕ	A	At	di	I
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215

Caratteristiche geometrico-inerziali

	Var	unità	
Area totale	At	mm2	2564
Momento statico rispetto al lembo inferiore	Mstat	mm3	322704
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm	126
Momento d'inerzia	It	mm4	23330739

CALCOLI STATICI

FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI PRIMA FASE						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	p	p
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio dalla (costante)	g1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla (variabile)	g1b	2.40	0.00	25.0		0.00
peso proprio getto di completamento (costante)	g1c	2.40	0.24	25.0		14.40
peso proprio getto di completamento (variabile)	g1d	2.40	0.00	25.0		0.00
peso mezzi d'opera	p3	2.40			1.00	2.40
		B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della veletta	P4	2.40			1.40	3.36

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità		
Momento massimo all'incastro - permanenti	Mmax-p	kNm	26.65	
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	8.24	
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	24.30	
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	6.29	
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γ_g		1.30	
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γ_q		1.50	
Verifiche SLU - Momento flettente all'incastro	Mmax	kNm	47.0	
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	41.0	
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità		
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.187	
Momento flettente	Mmax	kNm	47.00	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	61.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.1	
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	251.3	
Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asola	Var	unità	cor traliccio	ii
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	251	
n. correnti	nc		12	
Diametro corrente compresso	ϕ	mm	12	
Area corrente compresso	A	mmq	113	
Momento d'inerzia corrente compresso	I	mm4	1018	
raggio d'inerzia corrente	isup	m	0.0030	
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.20	
coefficiente beta	β		1.00	
snellezza	λ		67	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	52742	
snellezza adimensionale	λ_*		0.98	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente Φ	Φ		1.17	
coefficiente χ	χ		0.55	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	292	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.86	< 1.0
Verifica dei correnti compressi (sezione corrente)	Var	unità	inferiori	
A correnti	A	mmq	1357	
Resistenza a compressione dell'armatura compressa	Nc,Rd	kN	531	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.47	< 1.0
Verifica dei correnti tesi	Var	unità	superiori	
A correnti	A	mmq	1206	
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.53	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.191	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	41.02	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	61.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.1	
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	47.1	
Diametro diagonale	ϕ	mm	10	
Area diagonale	A	mmq	79	
Momento d'inerzia diagonale	I	mm4	491	
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025	
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.22	
coefficiente beta	β		0.90	
snellezza	λ		79	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	26102	
snellezza adimensionale	λ_*		1.16	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente Φ	Φ		1.41	
coefficiente χ	χ		0.45	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	167	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.28	< 1.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

FASE 1 - GETTO DI SECONDA FASE						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	p	p
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio dalla (costante)	p1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla (variabile)	p1b	2.40	0.0	25.0		0.00
peso proprio getto di completamento (costante)	p2a	2.40	0.24	25.0		14.40
peso proprio getto di completamento (variabile)	p2b	2.40	0.00	25.0		0.00
peso mezzi d'opera	p3	2.40			1.00	2.40
		B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della veletta	P4	2.40			1.40	3.36
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE		Var	unità			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Mmax-p	kNm	41.13			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	4.47			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	39.26			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	4.63			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γ_g		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γ_q		1.50			
Verifiche SLU - Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase	Mmax1	kNm	60.17			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	57.98			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
Momento flettente	Mmax	kNm	60.17			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	8.9			
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	315.0			
Verifica dei correnti tesi	Var	unità	superiori			
A correnti	A	mmq	1206			
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.67		< 1.0	
VERIFICA DIAGONALI						
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
n. diagonali	nd		12			
Taglio massimo	Vmax	kN	57.98			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	8.9			
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	66.3			
Diametro diagonale	ϕ	mm	10			
Area diagonale	A	mmq	79			
Momento d'inerzia diagonale	I	mm4	491			
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025			
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.22			
coefficiente beta	β		0.90			
snellezza	λ		78.6			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	26372			
snellezza adimensionale	λ_{-}		1.16			
fattore di imperfezione alpha	α		0.49			
coefficiente Φ	Φ		1.40			
coefficiente χ	χ		0.45			
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	168			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.40		< 1.0	

Come è possibile evincere tutte le verifiche di resistenza ed instabilità delle aste dei tralci sono soddisfatte.

6.5.2 Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)

Le sollecitazioni agenti sulla soletta in esercizio sono state determinate attraverso un calcolo agli elementi finiti (SAP2000P), in cui la soletta è schematizzata con elementi SHELL.

L'altezza degli elementi shell è pari a 31 cm.

Per tenere conto della altezza effettivamente collaborante in direzione longitudinale, pari a 24 cm, sono state opportunamente ridotte le rigidezze flessionali e taglianti in questa direzione secondo i seguenti rapporti:

$$\text{fac_r_lLong} = t^3 / t_t^3 = 0.24^3 / 0.31^3 = 0.464$$

$$\text{fac_r_Along} = t_l / t_t = 0.24 / 0.31 = 0.77$$

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali. Nel modello sono stati implementati i traversi di spalla. Il collegamento tra soletta e traverso è stato schematizzato attraverso link rigidi.

La figura seguente illustra il modello utilizzato per il calcolo della soletta:

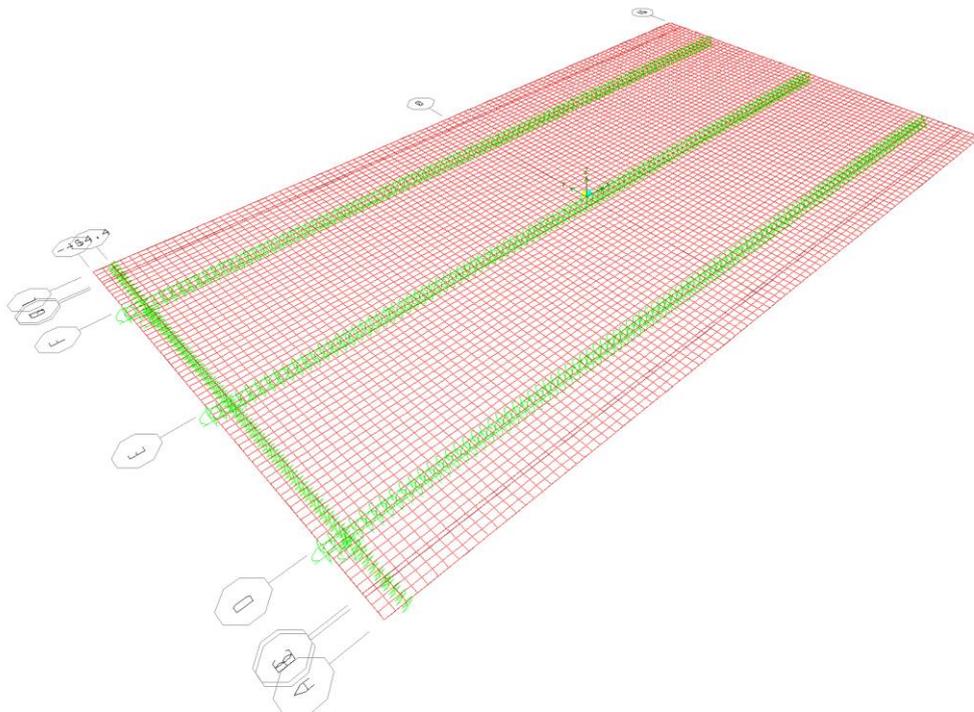


Figura 6.10. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

6.5.2.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta:

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- peso proprio della soletta 25.0 × 0.31 = 7.75 kNm⁻²
- peso proprio di ciascuno dei cordoli 25.0 × 0.20 = 5.00 kNm⁻²
- peso della pavimentazione stradale = 3.00 kNm⁻²
- peso della barriera di sicurezza = 1.50 kNm⁻¹
- peso della barriera di sicurezza integrata = 3.0 kNm⁻¹
- peso di ciascuna rete di protezione = 0.50 kNm⁻¹
- peso tubazioni smaltimento acque di piattaforma = 1.50 kNm⁻¹

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

- peso di ciascuna veletta di bordo e carter metallico= **2.90** kNm⁻¹

I carichi mobili Q_{1k} e q_{1k} (schema di carico 1 di cui al paragrafo 5.1.3.3.5 delle NTC2018) sono disposti come da schemi successivi in modo da massimizzare le sollecitazioni.

Le sollecitazioni sono state determinate per le seguenti disposizioni longitudinali dei carichi tandem:

- carichi disposti nella generica sezione corrente dell'impalcato;
- carichi disposti in prossimità della testata dell'impalcato.

Per ognuna di tali disposizioni i carichi sono stati disposti trasversalmente sull'impalcato nelle configurazioni di carico illustrate nelle figure seguenti:

Configurazione di carico A

- Condizione Q1CA: Carichi concentrati
- Condizione Q1DA: Carichi distribuiti

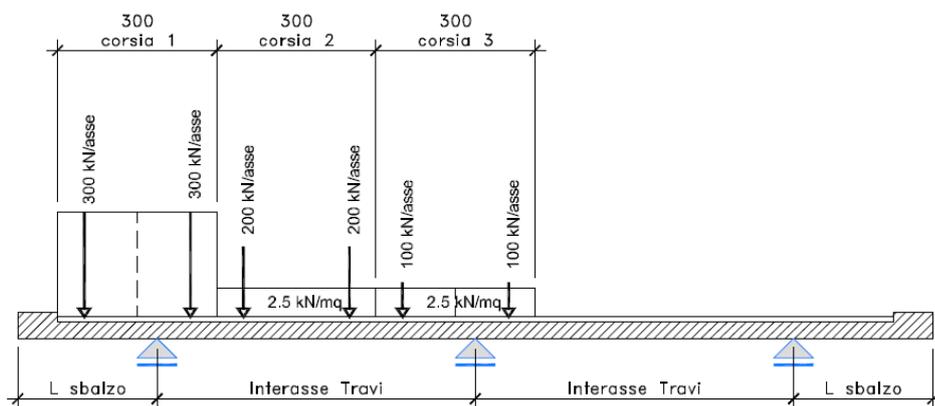


Figura 6.11. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

Configurazione di carico B

- Condizione Q1CB: Carichi concentrati
- Condizione Q1DB: Carichi distribuiti

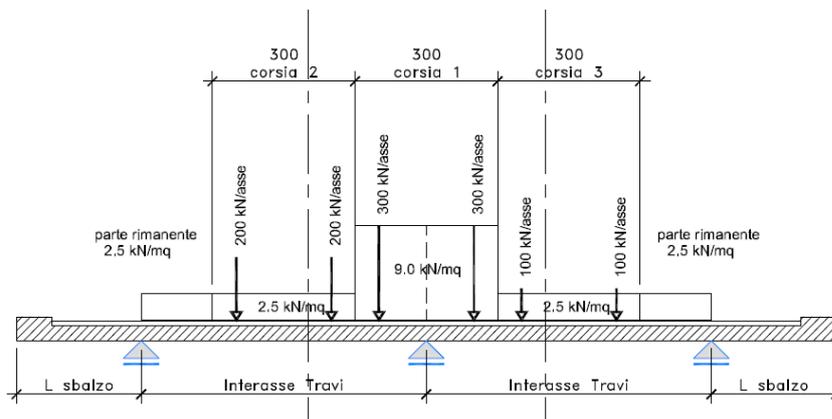


Figura 6.12. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B

Configurazione di carico C

- Condizione Q1CC: Carichi concentrati
- Condizione Q1DC: Carichi distribuiti

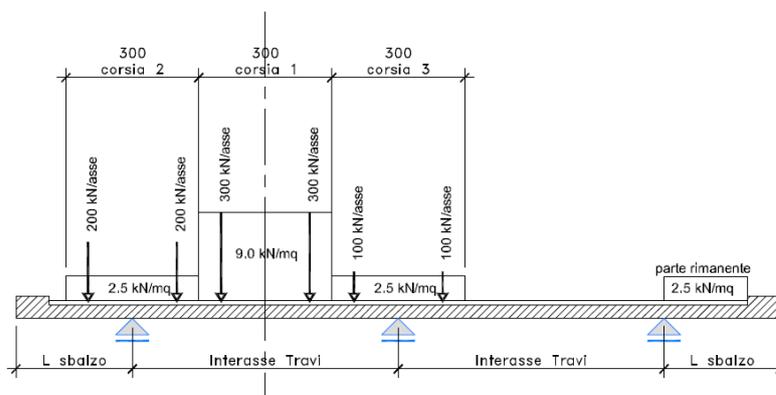


Figura 6.13. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C

Configurazione di carico D

- Condizione Q1CD: Carichi concentrati
- Condizione Q1DD: Carichi distribuiti

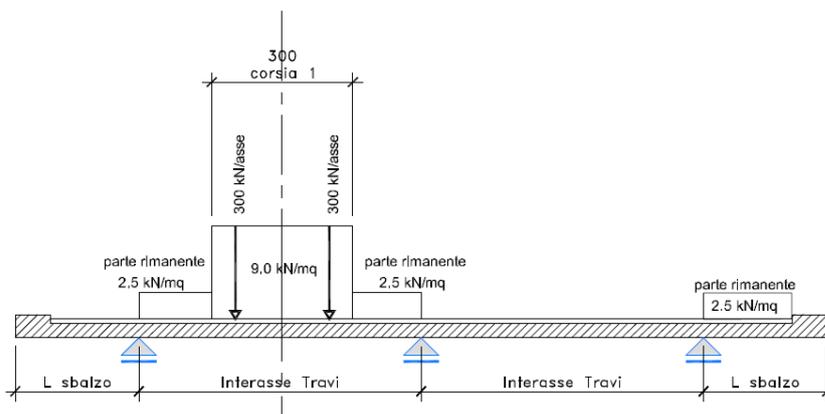


Figura 6.14. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D

Configurazione di carico E

- Condizione Q1CE: Carichi concentrati
- Condizione Q1DE: Carichi distribuiti

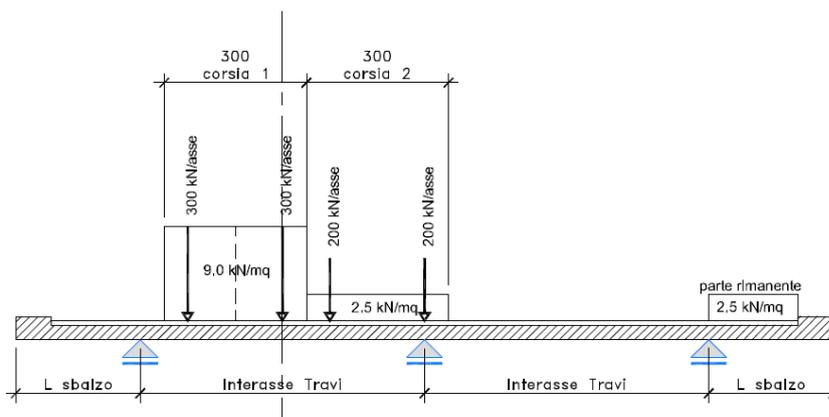


Figura 6.15. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Configurazione di carico F

- Condizione Q1CF: Carichi concentrati
- Condizione Q1DF: Carichi distribuiti

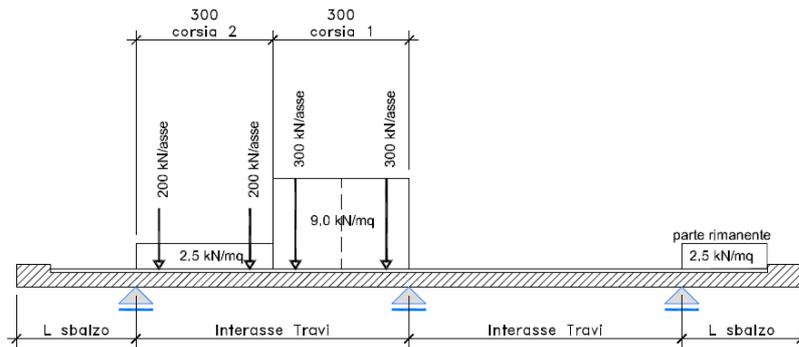


Figura 6.16. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione F

Configurazione di carico G

- Condizione Q2G: Carichi concentrati

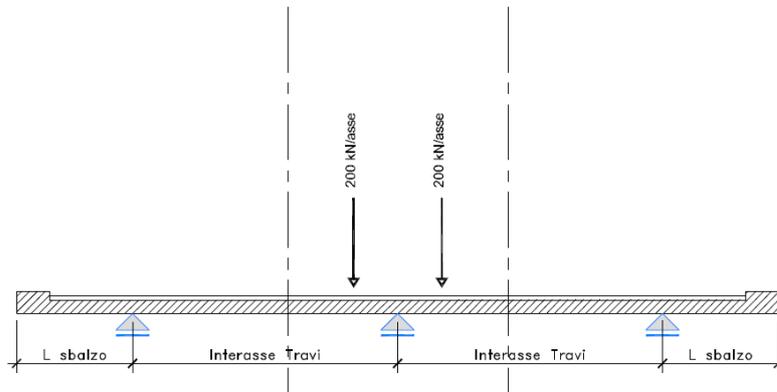


Figura 6.17. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione G

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Configurazione di carico H

- Condizione Q2H: Carichi concentrati

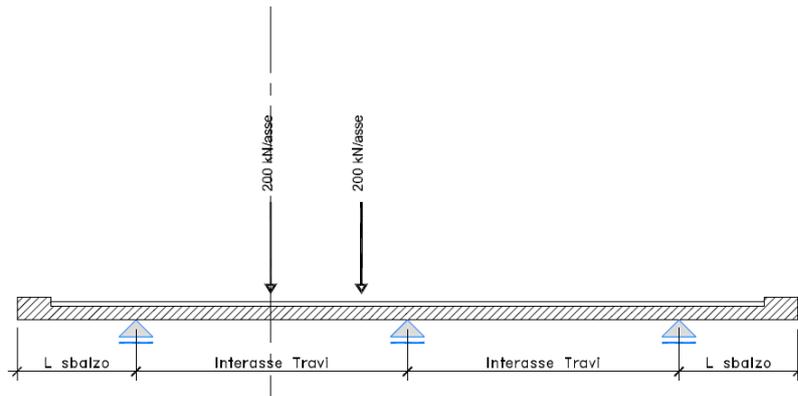


Figura 6.18. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione H

Configurazione di carico I

- Condizione Q2I: Carichi concentrati

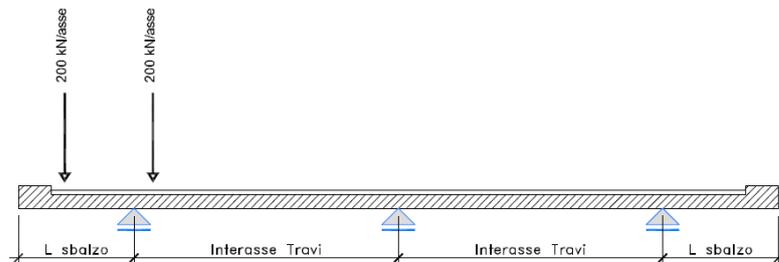


Figura 6.19. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione I

In accordo a quanto prescritto al paragrafo 5.1.3.4 delle NTC 2018 i carichi mobili applicati in corrispondenza della testata sono stati amplificati attraverso un coefficiente dinamico addizionale per tener conto delle discontinuità strutturali rappresentate dai giunti di dilatazione. Detto coefficiente è pari a 1.3 secondo quanto indicato al 4.3.3 degli Eurocodici (EC1 – Parte 2).

E' stata inoltre considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alle forze orizzontali d'urto esercitate dal veicolo in svio, esplicitate al par. 5.2.11, agenti alla quota di 1 m sopra il piano stradale (LOAD Q8), è associato un carico verticale isolato costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza alla sicurvita come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

6.5.2.2 Combinazioni di carico

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Inviluppo delle condizioni di carico relative alle Azioni variabili da traffico:

ENVEMOB1 che fornisce l'inviluppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali unitari;

ENVEMOB2 che fornisce l'inviluppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali pari a 0.75 per i carichi concentrati e a 0.40 per i carichi distribuiti.

Combinazioni per verifiche SLU:

- $SLU1 = 1.35 \times G1 + 1.35 \times G2 + 1.35 \times ENVEMOB1$;
- $SLU2 = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times Q2E + 1.0 \times Q8$;

L'inviluppo delle suddette combinazioni è determinato con la combinazione:

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

$ENVSLER = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times ENVEMOB1$

Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

$ENVSLEF = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times ENVEMOB2$

Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

$SLE-QP = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

6.5.2.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

Le figure seguenti illustrano le mappe delle caratteristiche della sollecitazioni per verifiche SLU ed SLE:

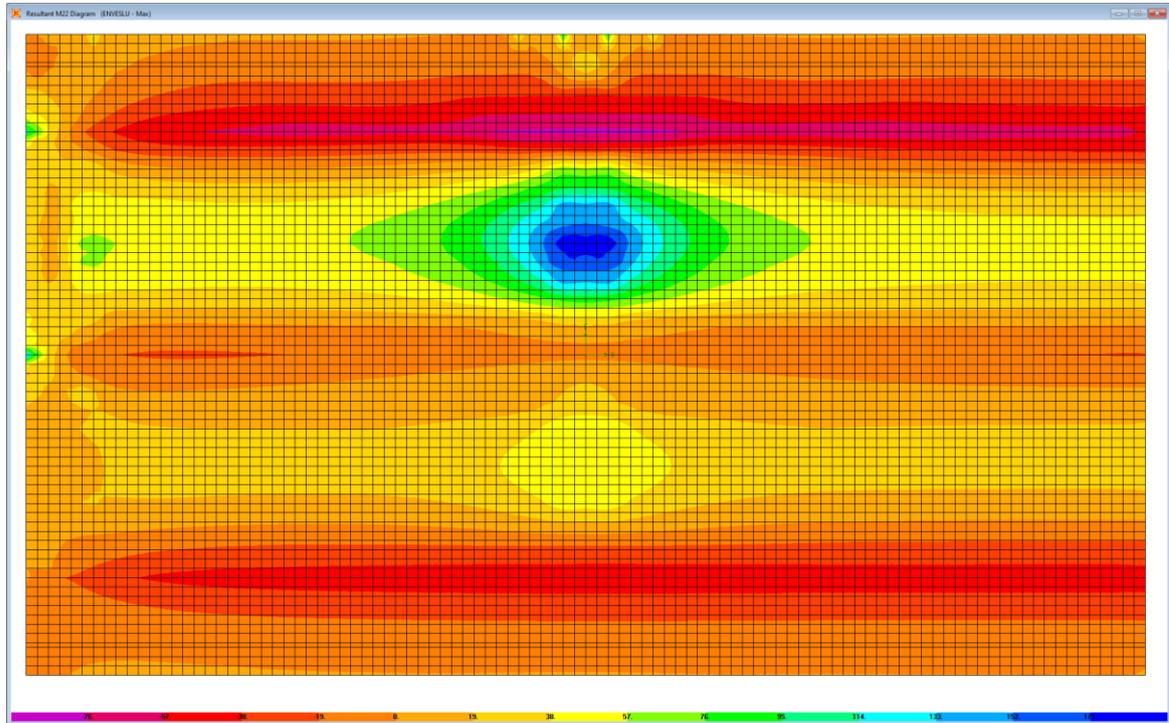


Figura 6.20. Combinazione ENVESLU – M22 max

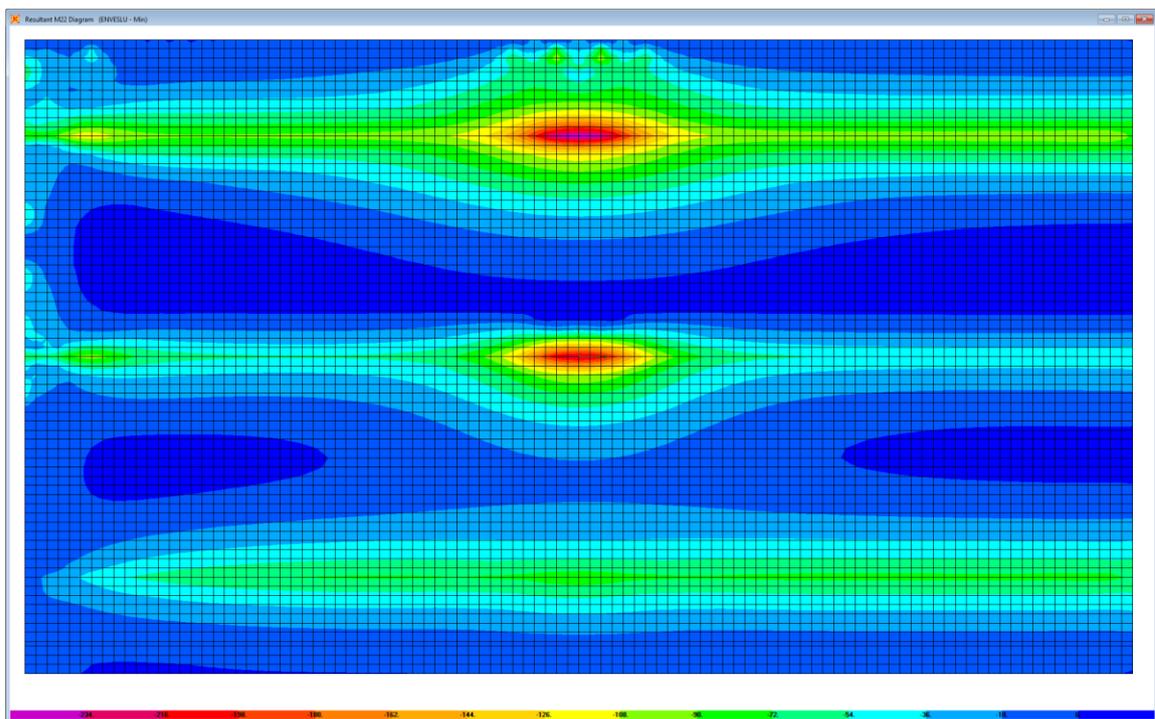


Figura 6.21. Combinazione ENVESLU – M22 min

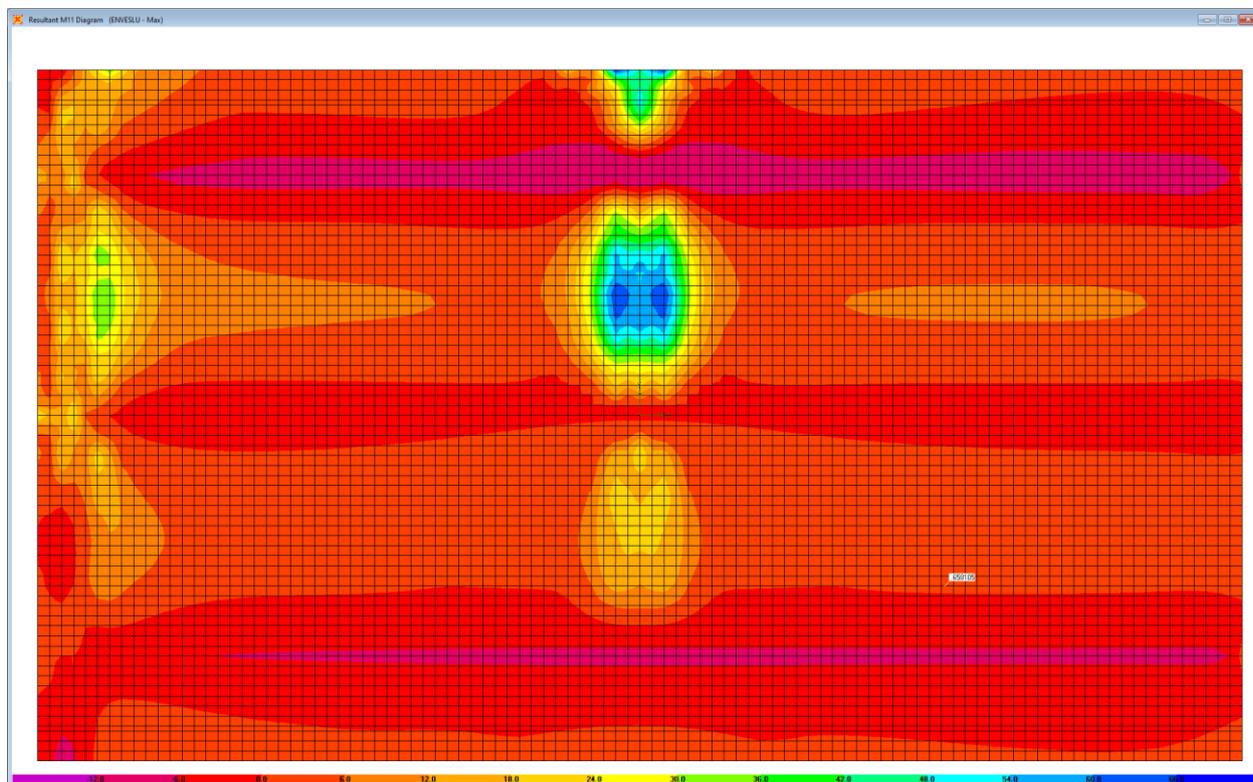


Figura 6.22. Combinazione ENVESLU – M11 max

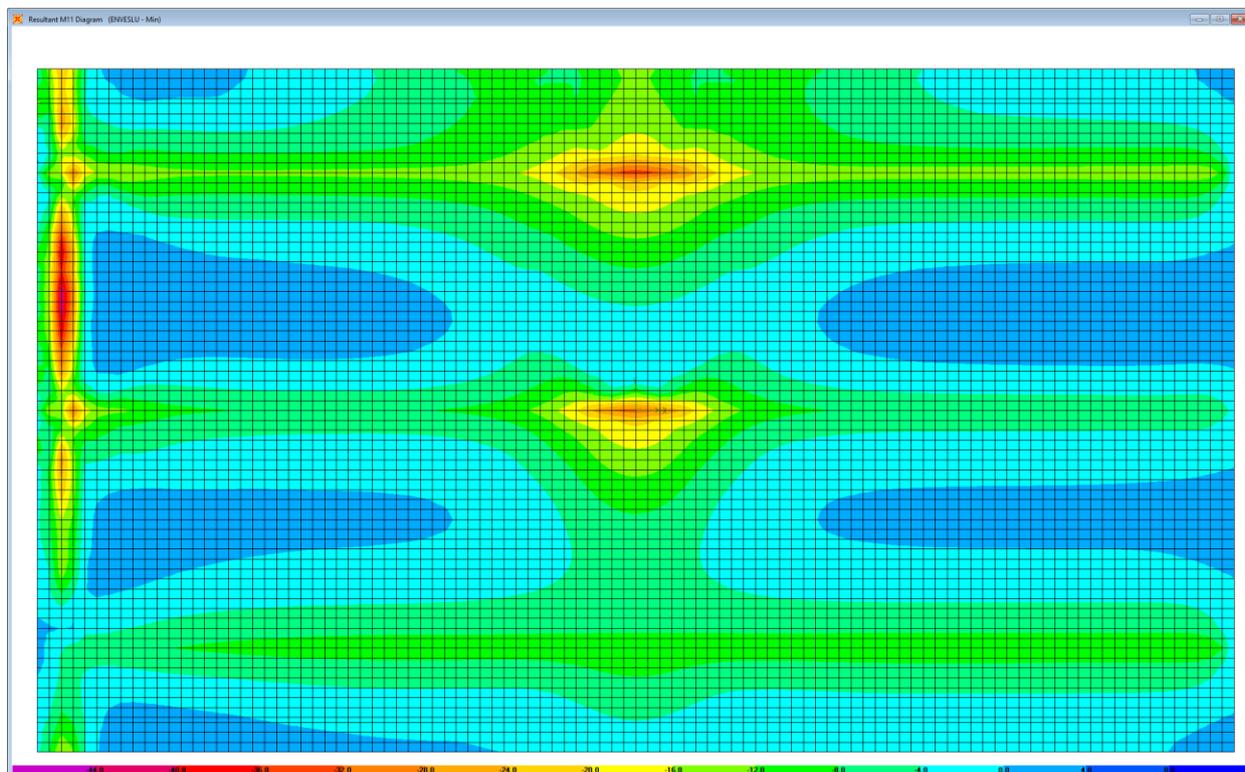


Figura 6.23. Combinazione ENVESLU – M11 min

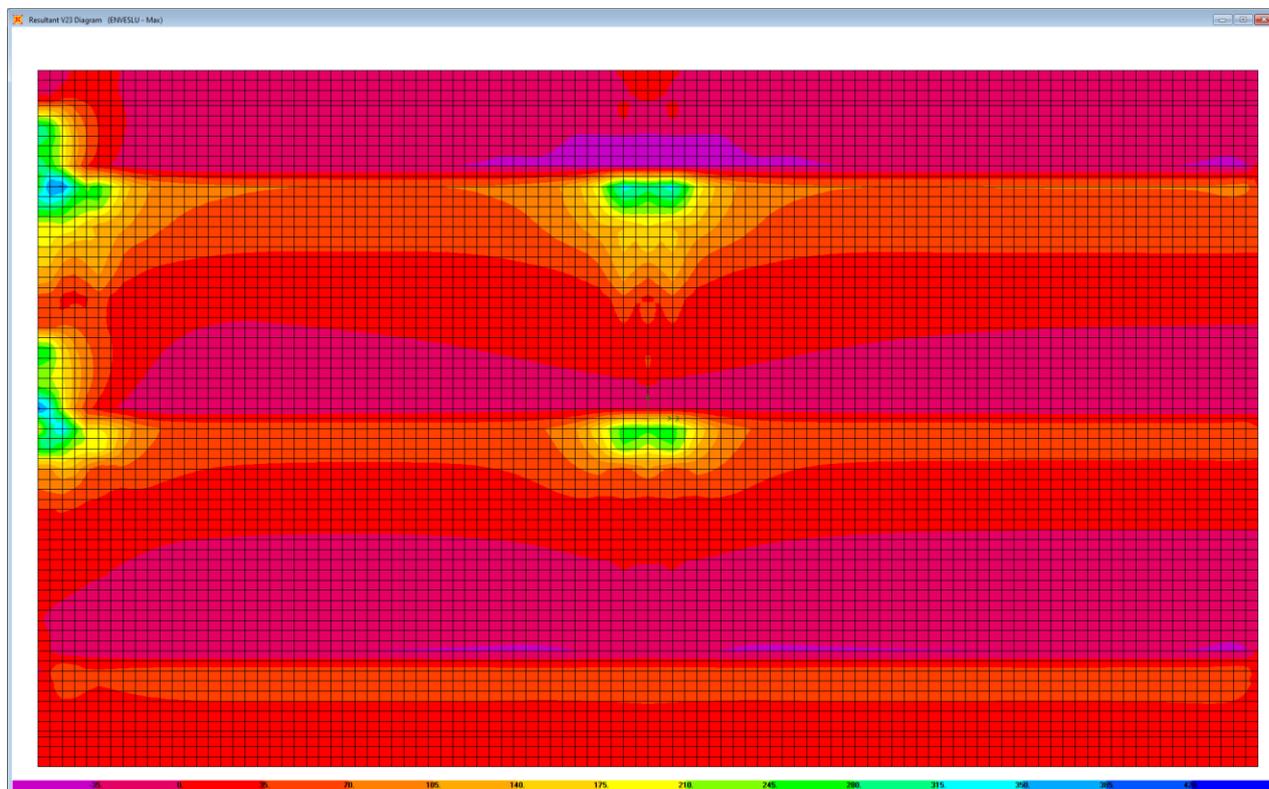


Figura 6.24. Combinazione ENVELSU – V23 max

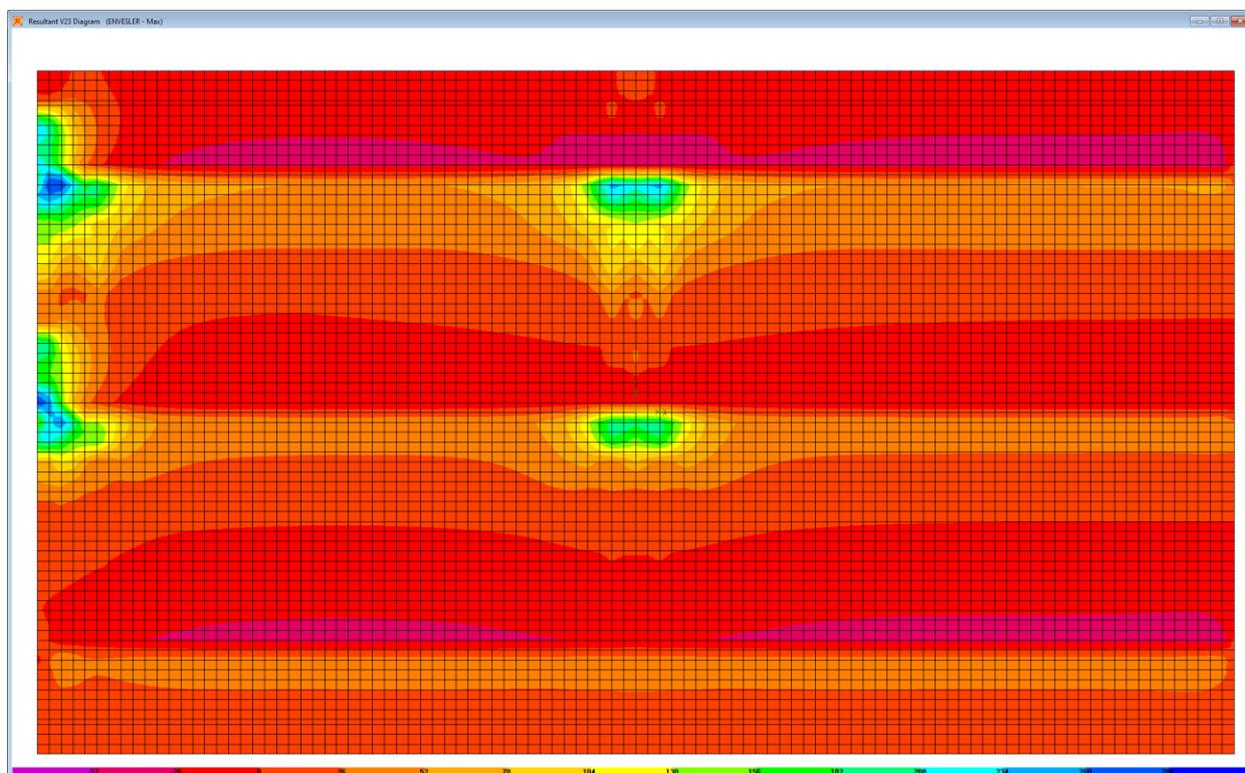


Figura 6.25. Combinazione ENVELSU – V23 min

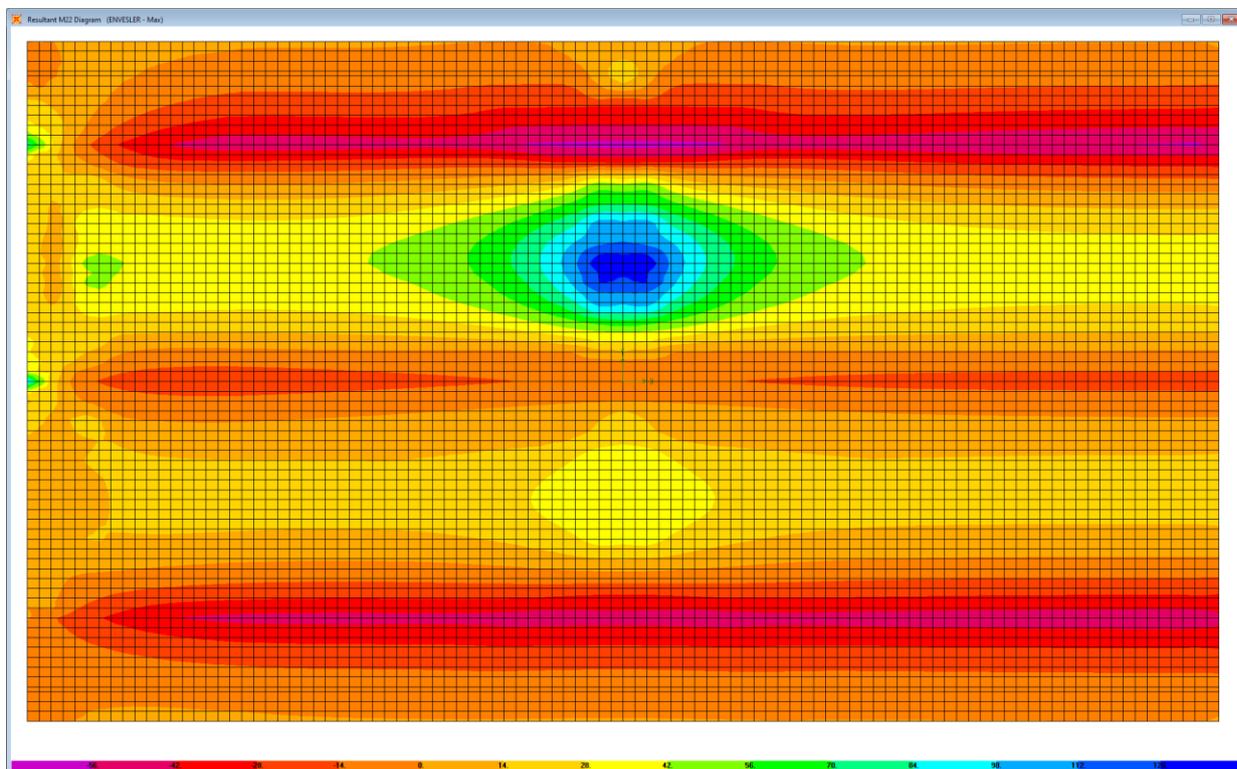


Figura 6.26. Combinazione ENVESLER - M22 max

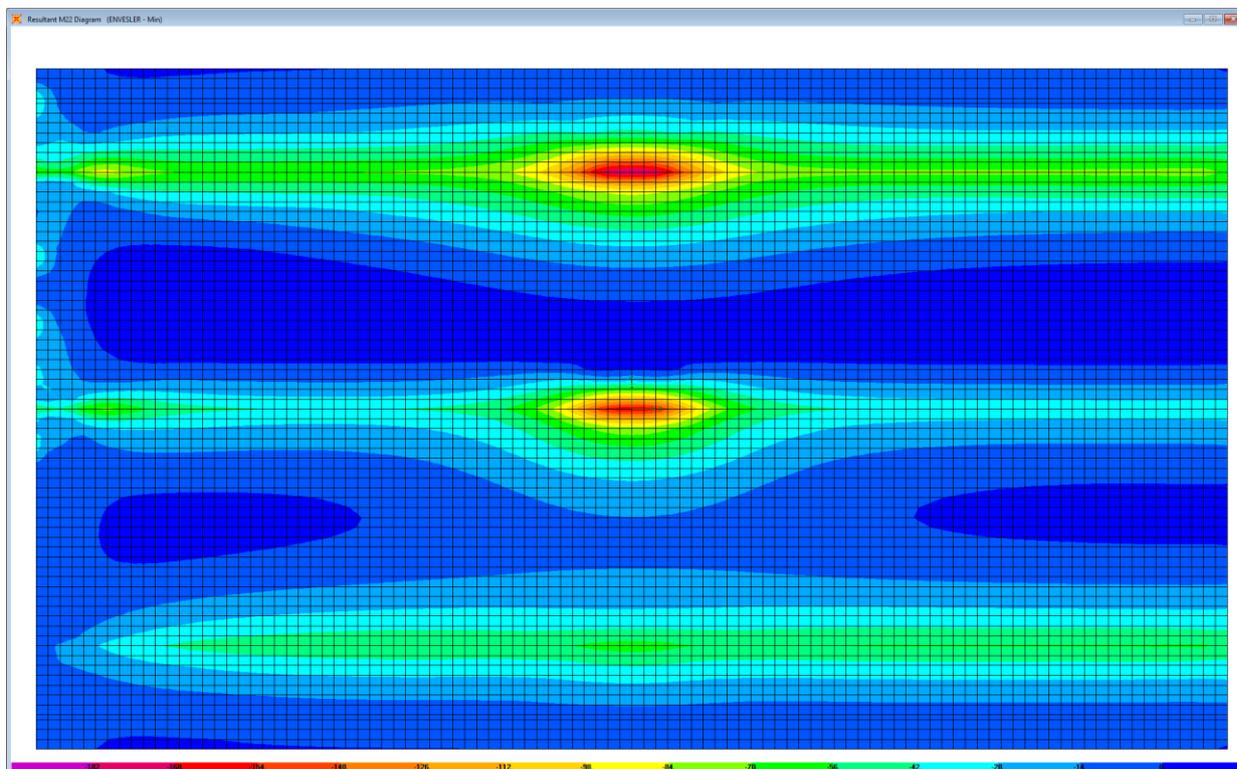


Figura 6.27. Combinazione ENVESLER – M22 min

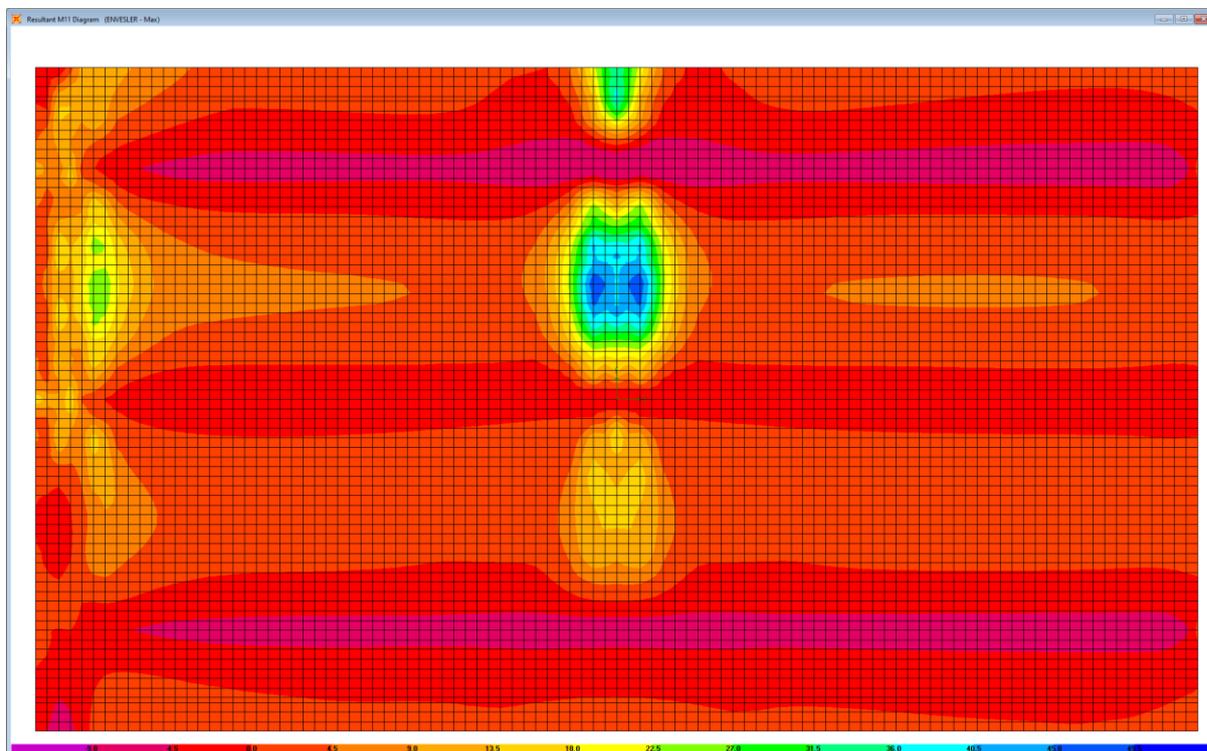


Figura 6.28. Combinazione ENVESLER – M11 max

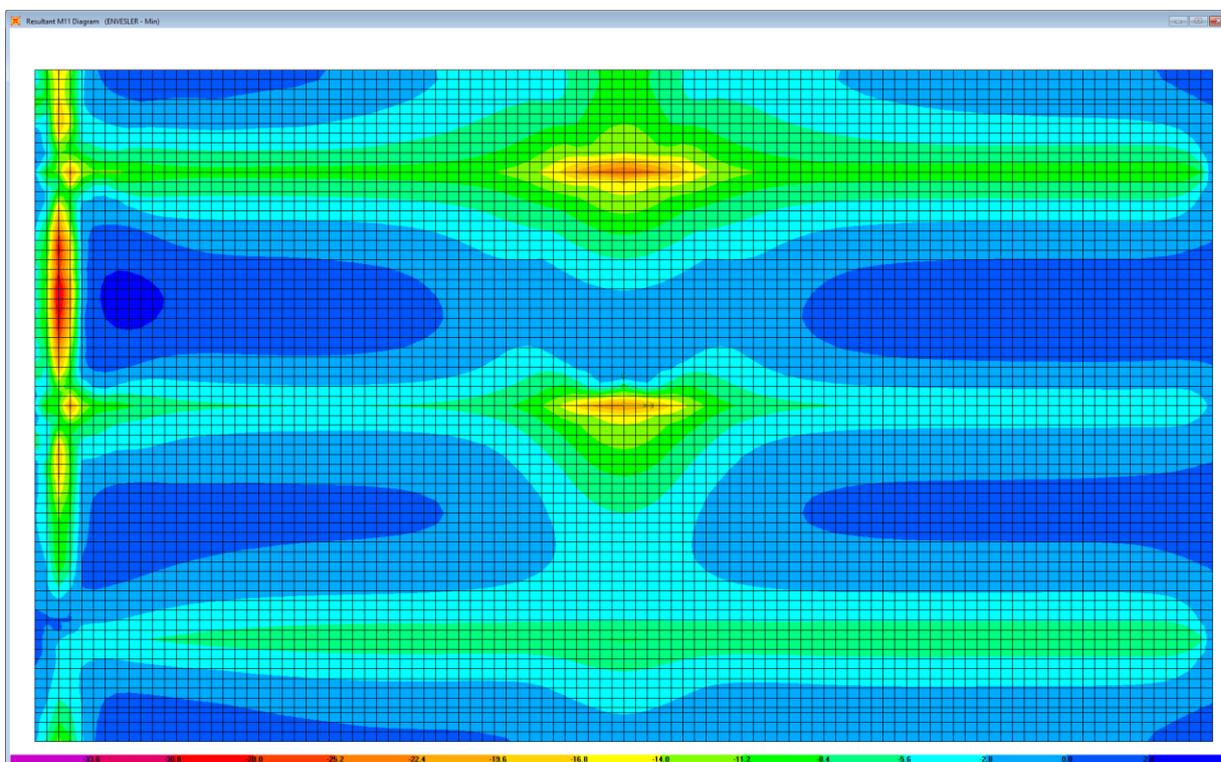


Figura 6.29. Combinazione ENVESLER – M11 min

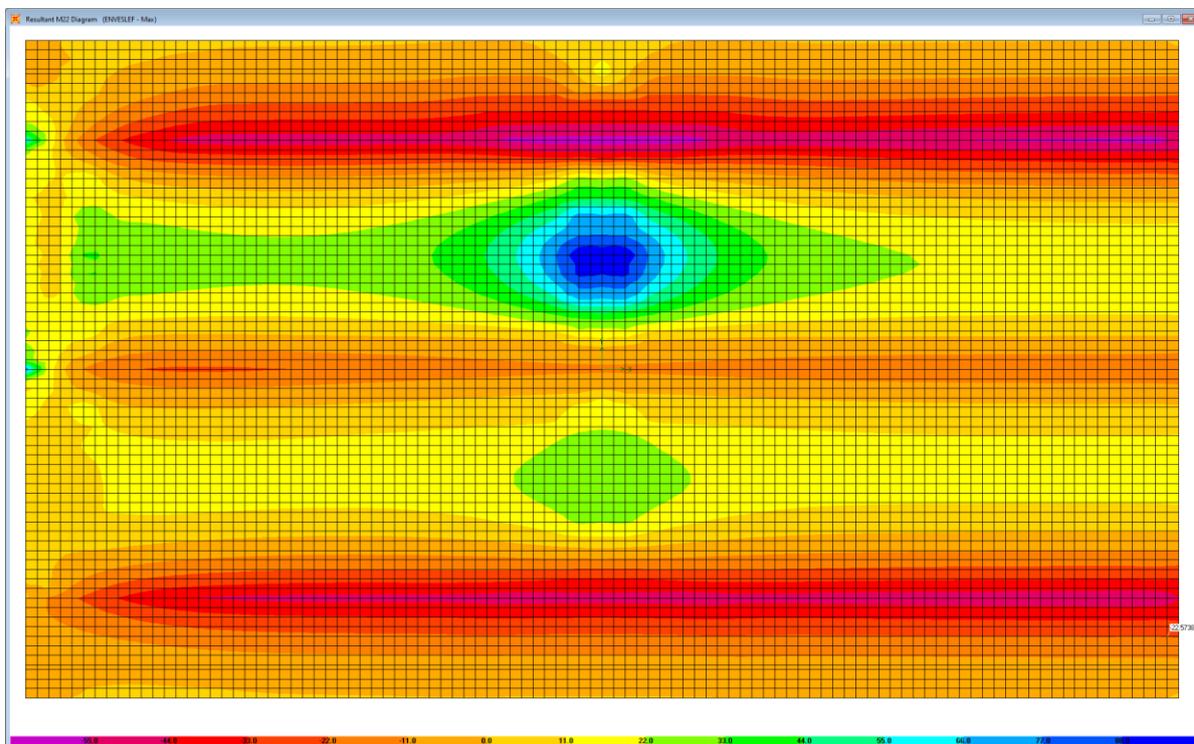


Figura 6.30. Combinazione ENVSLEF – M22 max

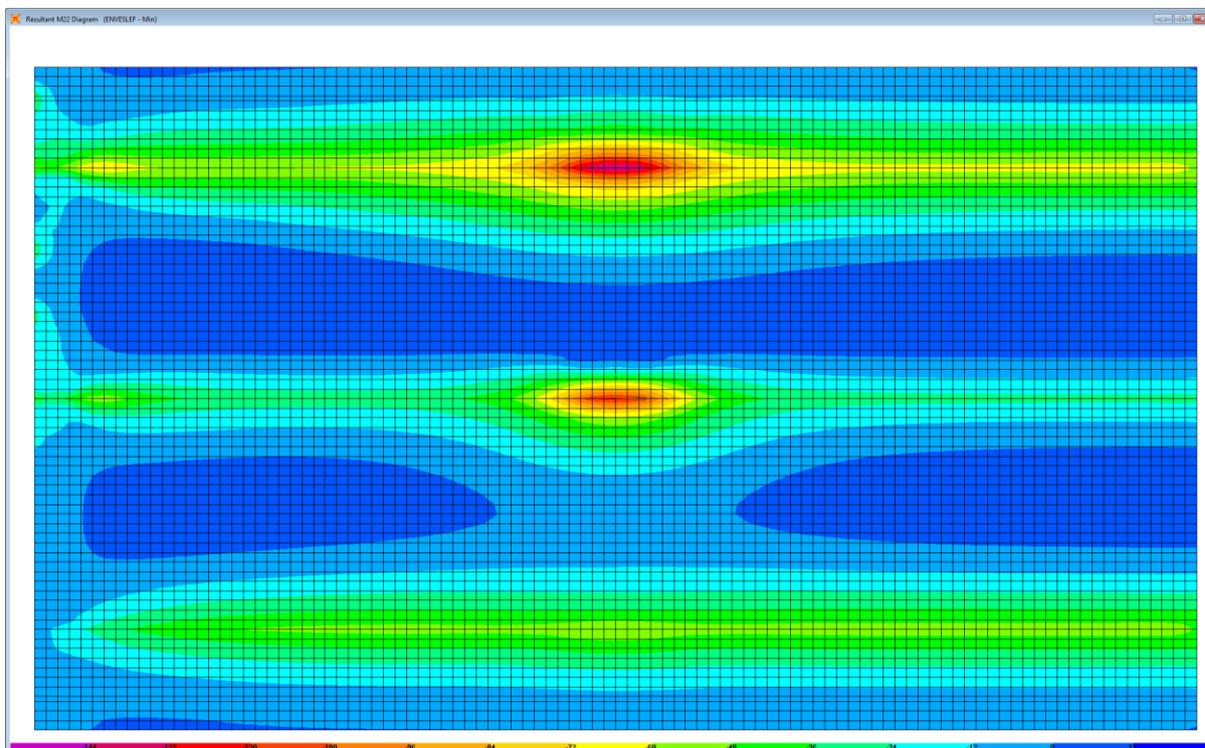


Figura 6.31. Combinazione ENVSLEF – M22 min

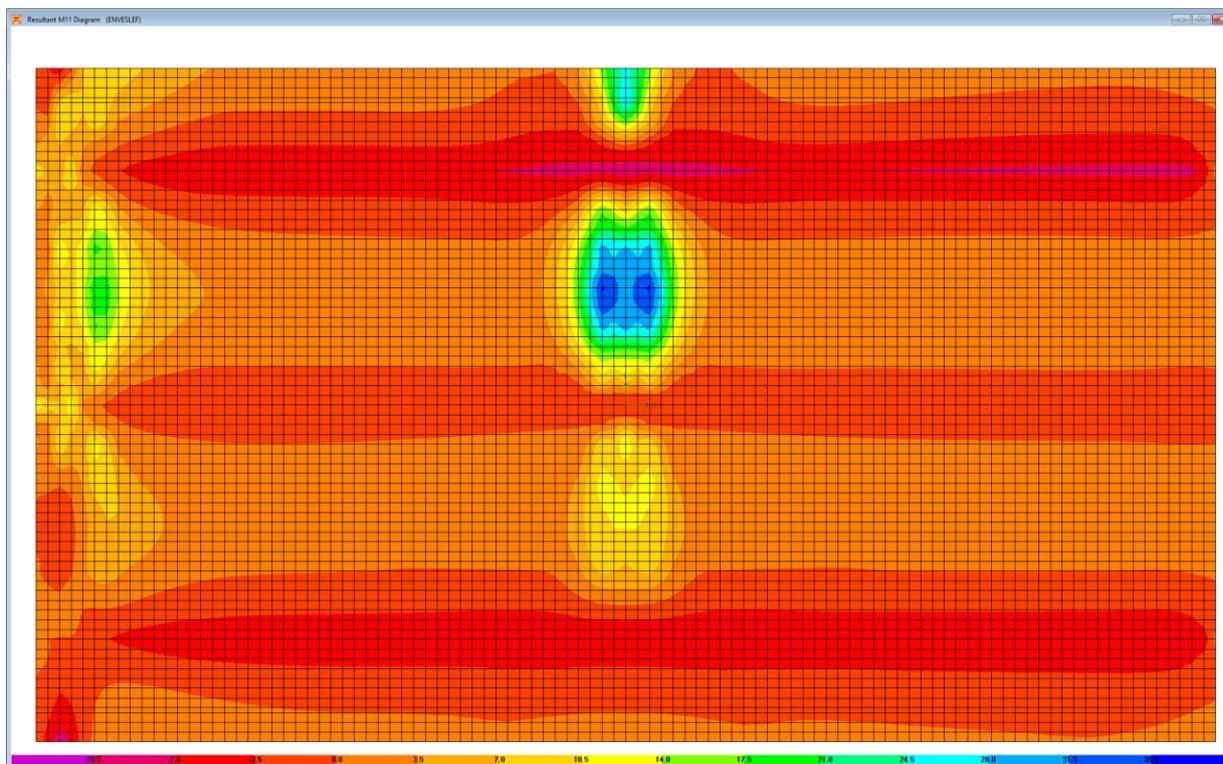


Figura 6.323. Combinazione ENVSLEF – M11 max

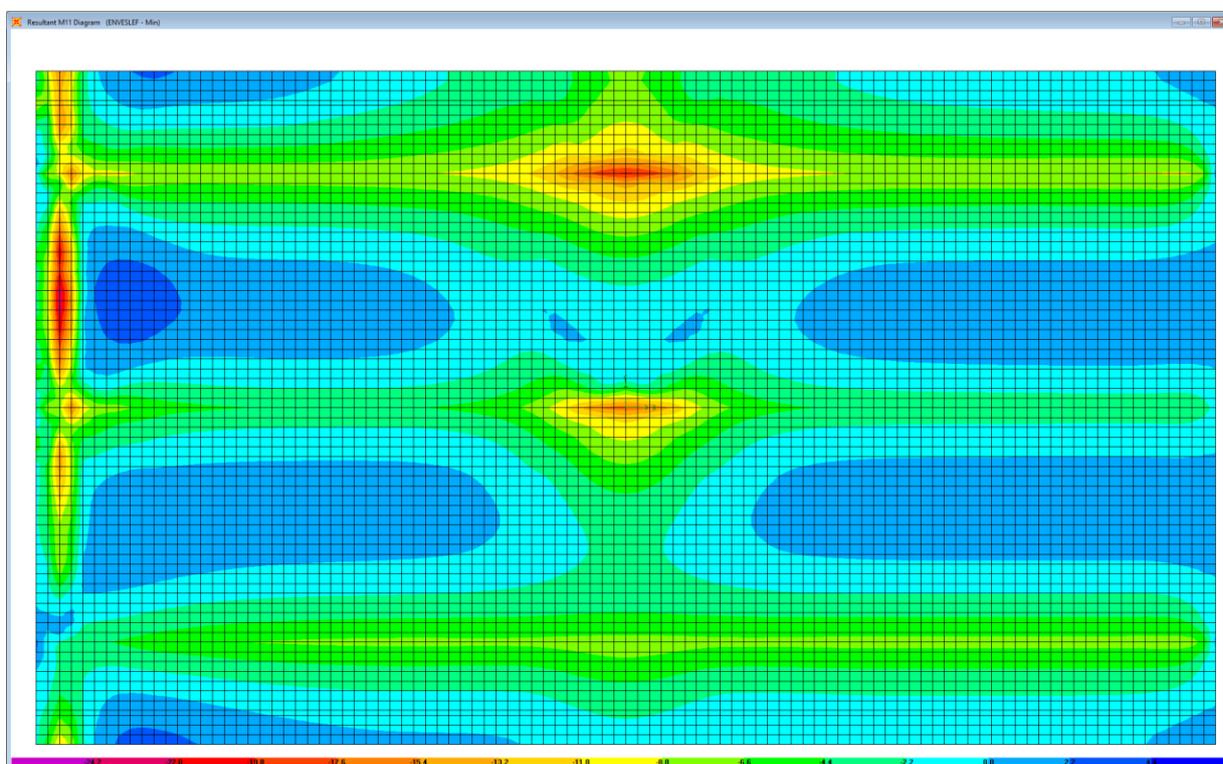


Figura 6.33. Combinazione ENVSLEF – M11 min

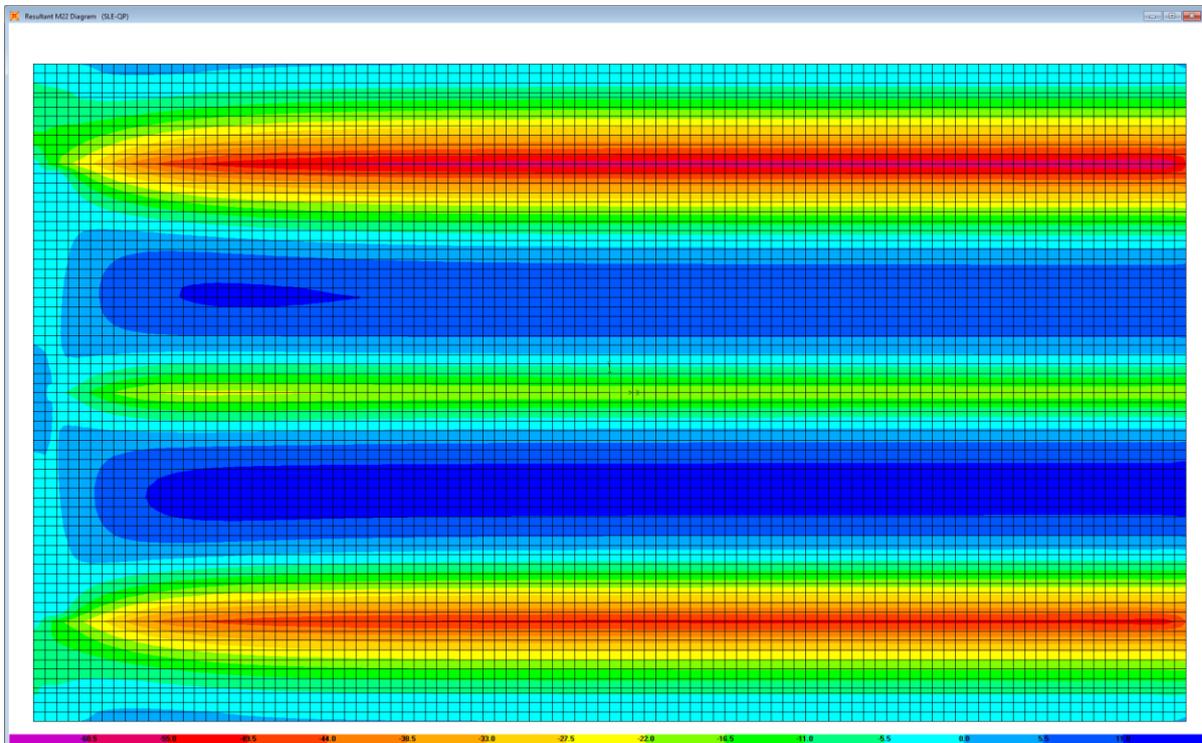


Figura 6.34. Combinazione SLE-QP – M22

Le tabelle seguenti riepilogano le caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU ed SLE:

Caratteristiche della sollecitazione per sezione di larghezza unitaria

	Sezione corrente					Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	182	-246	72	-35	320	105	-120	34	-45	420
Verifiche SLE-RARA	135	-176	50	-25		70	-89	24	-35	
Verifiche SLE-FR	93	-145	37	-21		35	-72	20	-25	
Verifiche SLE-QP	14	-61	0.0	0.0		14	-61	0	0	

Caratteristiche della sollecitazione per sezione di larghezza predalla B (m) = 2.40

	Sezione corrente					Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	437	-590			768.0	252	-288			1008.0
Verifiche SLE-RARA	324	-422				168	-214			
Verifiche SLE-FR	223	-348				84	-173			
Verifiche SLE-QP	34	-146				34	-146			

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

6.5.2.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

Le verifiche a flessione semplice delle sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Le verifiche agli SLU ed SLE sono state effettuate trascurando il contributo offerto dai tralicci.

Si prevede di impiegare uno schema di armatura trasversale costante lungo tutto il ponte. Pertanto, le verifiche in direzione trasversale fanno riferimento alle zone correnti maggiormente sollecitate. In direzione longitudinale le verifiche locali sono state condotte considerando l'armatura minima prevista.

Sezione corrente e di testata – Campata – Verifiche in direzione trasversale (M22+)

Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle (B = 2.40 m).

L'altezza della sezione è pari a 31 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da 23 ϕ 20 (nella predalla).

L'armatura in zona compressa è costituita da ϕ 20/20.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	31.0
3	120.0	31.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-110.0	4.5	20
2	110.0	4.5	20
3	-110.0	23.0	20
4	110.0	23.0	20

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	21	20
2	3	4	10	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] 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	0.00	437.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	324.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
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	0.00	223.00 (164.78)	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	0.00	34.00 (164.78)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	630.25	0.00	0.00	665.06	0.00	1.522	72.3(10.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00257	-120.0	31.0	-0.00016	-110.0	23.0	-0.00861	-110.0	4.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000456957	-0.010665654	0.289	0.801

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.70	-120.0	31.0	-200.8	100.0	4.5	2400	72.3	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.68	-120.0	31.0	-138.2	100.0	4.5	2400	72.3	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.3	0	0.125	20	35	0.454	0.00030 (0.00026)	123	0.063 (0.30)	164.78	
0.00												

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.02	-120.0	31.0	-21.1	110.0	4.5	2400	72.3	10.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1-S	-0.7	0	0.125	20	35	-10.7440	0.00004 (0.00004)	1230.008 (0.20)	164.78	0.00	

Sezione corrente e di testata – Sbalzo – Verifiche in direzione trasversale (M22-)

Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle (B = 2.40 m).

L'altezza della sezione di verifica è pari a 31 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da $\phi 20/20 + \phi 24/20$

L'armatura in zona compressa è costituita da $11\phi 20$ (nella predalla).

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	31.0
3	120.0	31.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-110.0	4.5	20
2	110.0	4.5	20
3	-115.0	23.0	20

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

4	105.0	23.0	20
5	-105.0	23.0	24
6	115.0	23.0	24

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	9	20
2	3	4	10	20
3	5	6	10	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] 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	0.00	-590.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-422.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
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	0.00	-348.00 (-156.77)	0.00 (0.00)

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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	0.00	-146.00 (-156.77)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-681.15	3.05	0.00	-711.21	1.88	1.205	92.0(11.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00312	120.0	0.0	0.00127	110.0	4.5	-0.00799	-115.0	23.0

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000549	-0.000493793	0.003434100	0.305	0.821

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	13.94	120.0	0.0	-239.9	-115.0	23.0	2400	92.0	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	11.49	120.0	0.0	-197.8	-115.0	23.0	2400	92.0	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/S2)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e sm * srm$. 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	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.1	0	0.125	22	40	0.797	0.00075 (0.00038)	129	0.165 (0.30)	-156.77	
0.00												

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.82	120.0	0.0	-83.0	-115.0	23.0	2400	92.0	10.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1-S	-3.0	0	0.125	22	40	0.4230.00017 (0.00016)		1290.037 (0.20)		-156.77	0.00

Sezione corrente – Verifiche in direzione longitudinale (M11+)

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

L'altezza della sezione di verifica è pari a **28** cm, ovvero ci si riferisce al giunto tra due predalle successive in cui ha senso investigare i fenomeni di fessurazione in direzione longitudinale.

L'armatura in zona tesa e compressa è costituita da $\phi 20/20$.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	28.0
3	50.0	28.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	20
2	40.0	6.0	20
3	-40.0	22.0	20
4	40.0	22.0	20

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	3	20
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] 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	0.00	72.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	50.00	0.00

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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	0.00	37.00 (48.86)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	117.81	0.00	0.00	130.08	0.00	1.807	15.7(4.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00474	-50.0	28.0	-0.00062	-40.0	22.0	-0.01161	-40.0	6.0

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000686605	-0.015724948	0.232	0.730

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.01	-50.0	28.0	-167.3	20.0	6.0	1000	15.7	16.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.45	-50.0	28.0	-123.8	20.0	6.0	1000	15.7	16.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * srm$. 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]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1-S	-2.4	0	0.125	20	50	-0.7440.00024	(0.00024)	1960.078	(0.30)	48.86	0.00

Sezione di testata – Verifiche in direzione longitudinale (M11-)

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

L'altezza della sezione di verifica è pari a 24 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da $\phi 20/20$.

L'armatura in zona compressa è costituita da $\phi 20/20$.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

1	-50.0	0.0
2	-50.0	24.0
3	50.0	24.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	2.0	20
2	40.0	2.0	20
3	-40.0	18.0	20
4	40.0	18.0	20

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	3	20
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] 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	0.00	-45.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-35.00	0.00

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

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-25.00 (-38.26)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	1.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-98.35	0.00	0.00	-102.15	0.00	2.270	15.7(3.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01113	-50.0	0.0	0.00066	-40.0	2.0	-0.02209	40.0	18.0

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001421929	0.003500000	0.137	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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]

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.74	-50.0	0.0	-139.4	20.0	18.0	900	15.7	16.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.39	-50.0	0.0	-99.6	20.0	18.0	900	15.7	16.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1-S	-2.1	0	0.125	20	50	-1.3420.00019	(0.00019)	1890.061	(0.30)	-38.26	0.00

Verifiche a taglio in direzione trasversale (V23)

Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle $B = 2.40$ m.

L'armatura a taglio è costituita dalle diagonali dei tralicci $\phi 10/10$, posizionati sugli sbalzi a passo 40 cm.

La resistenza a taglio risulta pari a:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	19.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	0.31
Larghezza	B	m	2.40
Area calcestruzzo	Ac	m ²	0.74
Larghezza anima	bw	m	2.40
copriferro	c	m	0.070
altezza utile della sezione	d	m	0.24
Compressione agente nella sezione			
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	3427.2
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diámetro staffe	fsw	mm	10
passo staffe	scp	m	0.10
numero di bracci	nb		12
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	942
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	60
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	20.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α_c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	2214.4
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	2080.8
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	2080.8
Azione di calcolo	V	kN	1358.4

La verifica è soddisfatta essendo $V_{Rd} > V_{Ed}$.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

7 ANALISI E VERIFICA DELLE SPALLE

Le analisi e verifiche delle spalle sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

Le analisi fanno riferimento alla Spalla SPA che a parità di caratteristiche geometriche risulta maggiormente sollecitata perchè allineamento fisso per azioni orizzontali longitudinali. In particolare si riportano i risultati della porzione di spalla relativa alla carreggiata destra. I risultati ottenuti si estendono alla SPA sinistra e alla spalla SPB.

7.1 Analisi della palificata

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato posto lungo la direzione trasversale al ponte), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.

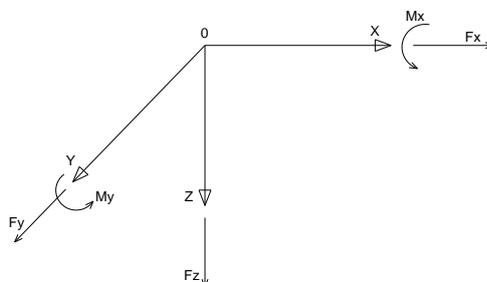


Figura 7.1. Sistema di riferimento

Le azioni trasmesse al baricentro della palificata, sono state determinate con riferimento alle singole condizioni di carico elementari e successivamente combinate.

I coefficienti moltiplicativi delle singole condizioni elementari, relativi alle combinazioni di carico SLU ed SLE considerate sono chiaramente illustrati nei tabulati.

Le azioni trasmesse dall'impalcato sono valutate in asse appoggi, alla quota di intradosso delle travi; successivamente vengono calcolate le azioni elementari al baricentro della palificata considerando i contributi dovuti al trasporto.

Le forze d'inerzia agenti sulla massa della spalla e del terreno presenti sulla zattera di fondazione sono state determinate considerando un'accelerazione pari ad $a_g \times S$, in virtù dell'elevata rigidità della spalla.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

La risoluzione della palificata è stata effettuata nell'ipotesi di plinto di fondazione rigido. Pertanto, Le azioni risultanti in testa ai pali risultano pari a:

$$N_i = \frac{F_z}{n_p} \pm Mx \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i y_{pi}^2} \pm My \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i x_{pi}^2}$$

$$V_{xi} = \frac{F_x}{n_p}$$

$$V_{yi} = \frac{F_y}{n_p}$$

$$V = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}$$

Essendo:

F_x, F_y, F_z, M_x, M_y azioni e coppie risultanti al baricentro della palificata, determinate con analisi globale;

N_i, V_{xi}, V_{yi}, V_i azioni assiale e orizzontali agenti in testa al palo iesimo;

n_p numero di pali della palificata;

x_{pi}, y_{pi} coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

Di seguito si riepilogano gli involuipi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4509	4509	3844	3340	3186	2789
Azione assiale minima	Nmin	447	1729	447	1280	1402	1528
Azione trasversale massima	Vmax	1093	1093	814	810	781	691

7.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui pali è stato ipotizzato un modello di palo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale k_h costante con la profondità.

Nell'ipotesi di palo incastrato in sommità, il momento massimo viene attinto all'incastro con il plinto di fondazione e vale:

$$M_{max} = V_i \times (L_0 + H) / 2$$

Essendo L_0 la lunghezza elastica del palo pari a:

$$L_0 = [4 \times E_p \times I_p / E_s]^{0.25}$$

E_p il modulo di elasticità del palo;

I_p il momento d'inerzia del palo;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Es Modulo di reazione orizzontale del terreno costante con la profondità, relativo agli strati superficiali, pari a:

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

H l'eventuale altezza non collaborante del palo di fondazione.

Nel caso in esame, per il litotipo SL si assume un valore di costante orizzontale $k_h = 30000 \text{ kN/m}^3$, e pertanto si ottiene:

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	E_c	Mpa	33346
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	E_a	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	ν		0.30
Diametro del palo	D_p	m	1.20
K_t Costante di reazione orizzontale (Vesic)	k_t	kN/mc	30000
Lunghezza libera d'inflessione	L_0	m	3.98

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione sono le seguenti:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	N_{max}	kN	4509	3844	3340	3186	2789
Sforzo normale minimo	N_{min}	kN	1729	447	1280	1402	1528
Momento flettente massimo - 1° gabbia	M_{max_1a}	kNm	2177	1620	1614	1554	1376
Momento amplificato del 20%	M_{max_1a}	kNm	2612	1945	1936	1865	1651
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	V_{max_1a}	kN	1093	814	810	781	691

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		57143	40198
Carico verticale medio agente sui pali		3175	2233

7.3 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

I pali di fondazione delle spalle saranno armati come segue:

1° gabbia:

- Armature longitudinali: $20\phi 26 + 20\phi 26 + 20\phi 26$ accoppiati ai primi (rinforzo solo per i primi 6.0 m);
- Armature trasversali: spirale $\phi 12/10$.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio relative alle prima gabbia.

Nelle verifiche si considerano 20 barre di diametro equivalente pari a $d_{eq} = 26 \times 3^{0.5} = 45.03 \text{ mm}$:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Raggio N°Barre Ø
 Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.1	20	45.0

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4509.00	2612.00	0.00	1093.00	0.00
2	1729.00	2612.00	0.00	1093.00	0.00
3	3175.00	2612.00	0.00	1093.00	0.00
4	3844.00	1945.00	0.00	814.00	0.00
5	447.00	1945.00	0.00	814.00	0.00
6	2233.00	1945.00	0.00	814.00	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	3340.00	1936.00	0.00
2	1280.00	1936.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 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	3186.00	1865.00 (1341.70)	0.00 (0.00)
2	1402.00	1865.00 (1099.96)	0.00 (0.00)

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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	2789.00	1651.00 (1335.86)	0.00 (0.00)
2	1528.00	1651.00 (1137.18)	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: 10.8 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	4509.00	4734.92	0.00	4509.00	5775.78	0.00	2.211	-----
2	S	1729.00	4024.12	0.00	1728.97	5337.05	0.00	2.043	-----
3	S	3175.00	4405.04	0.00	3175.27	5594.79	0.00	2.142	-----
4	S	3844.00	4573.16	0.00	3844.10	5703.47	0.00	2.932	-----
5	S	447.00	3666.38	0.00	447.21	5072.31	0.00	2.608	-----
6	S	2233.00	4159.65	0.00	2233.09	5433.92	0.00	2.794	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00007	0.0	60.0	0.00274	0.0	49.1	-0.00406	0.0	-49.1
2	0.00350	-0.00078	0.0	60.0	0.00259	0.0	49.1	-0.00558	0.0	-49.1
3	0.00350	-0.00038	0.0	60.0	0.00267	0.0	49.1	-0.00473	0.0	-49.1
4	0.00350	-0.00021	0.0	60.0	0.00271	0.0	49.1	-0.00436	0.0	-49.1
5	0.00350	-0.00117	0.0	60.0	0.00251	0.0	49.1	-0.00641	0.0	-49.1
6	0.00350	-0.00065	0.0	60.0	0.00262	0.0	49.1	-0.00529	0.0	-49.1

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000069366	-0.000661949	----	----
2	0.000000000	0.000083286	-0.001497153	----	----
3	0.000000000	0.000075490	-0.001029411	----	----
4	0.000000000	0.000072091	-0.000825432	----	----
5	0.000000000	0.000090849	-0.001950946	----	----
6	0.000000000	0.000080603	-0.001336162	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiezi. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. 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.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /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	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1093.00	3570.17	1928.97	94.1	110.5	21.80°	1.220	13.2	23.3(0.0)
2	S	1093.00	3141.10	1944.89	94.9	108.5	21.80°	1.084	13.1	23.3(0.0)
3	S	1093.00	3364.79	1936.31	94.5	109.6	21.80°	1.155	13.1	23.3(0.0)
4	S	814.00	3475.26	1928.97	94.1	110.5	21.80°	1.187	9.8	23.3(0.0)
5	S	814.00	2939.65	1954.22	95.4	107.2	21.80°	1.022	9.7	23.3(0.0)
6	S	814.00	3230.93	1936.31	94.5	109.6	21.80°	1.109	9.8	23.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.90	0.0	0.0	-110.0	0.0	-49.1	1955	79.6	15.3	1.00
2	S	10.38	0.0	0.0	-171.1	0.0	-49.1	2636	111.5	15.3	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.49	0.0	0.0	-106.8	0.0	-49.1	1955	79.6	15.3	1.00
2	S	10.05	0.0	0.0	-159.4	0.0	-49.1	2582	111.5	15.3	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.0	0	0.125	45	57	0.482	0.00025 (0.00020)	200	0.083 (0.30)	1341.70	
2	S	-6.2	0	0.125	45	57	0.652	0.00050 (0.00030)	197	0.166 (0.30)	1099.96	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.28	0.0	0.0	-95.4	0.0	-49.1	1955	79.6	15.3	0.50
2	S	8.97	0.0	0.0	-132.1	0.0	-49.1	2475	111.5	15.3	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.5	0	0.125	45	57	0.673	0.00031 (0.00018)	200	0.104 (0.20)	1335.86	
2	S	-5.3	0	0.125	45	57	0.763	0.00048 (0.00025)	195	0.159 (0.20)	1137.18	

Come è possibile evincere tutte le verifiche agli SLU ed SLE sono soddisfatte.

7.4 Dimensionamento delle singole membrature delle spalle

Il dimensionamento delle singole membrature è stato effettuato attraverso la risoluzione di schemi locali appresso dettagliati.

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via indiretta confrontando le tensioni agenti sull'acciaio con le tensioni ammissibili funzione dell'aggressività dell'ambiente e del diametro delle barre adottate.

I risultati delle verifiche sono riportate tra gli allegati.

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

7.4.1 Zattera di fondazione

Il dimensionamento della mensola anteriore della zattera di fondazione è stato effettuato con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone), sollecitata dalla reazione del palo maggiormente caricato (palo di spigolo).

7.4.2 Mensola posteriore

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento al modello di trave a mensola soggetta al peso proprio ed al peso del rinterro, e soggetta alle azioni stabilizzanti trasmesse dai pali di fondazione.

7.4.3 Muro frontale

Il dimensionamento del muro frontale è stato effettuato considerando il modello di trave a mensola incastrata alla quota di estradosso della zattera di fondazione.

Le analisi e le verifiche sono relative ad una sezione di larghezza unitaria.

Per semplicità ed a favore di sicurezza, le verifiche del muro frontale sono state condotte a flessione semplice trascurando il contributo stabilizzante offerto dallo sforzo normale.

7.4.4 Paraghiaia

La verifica del Paraghiaia è stata effettuata considerando le sollecitazioni derivanti dal peso proprio, dalla spinta delle terre, dalle spinte esercitate dal sovraccarico accidentale sul terrapieno, da un asse di carico Q_{1k} da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di Q_{1k}) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

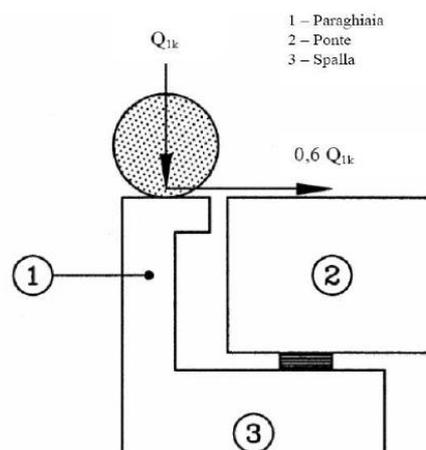


Figura 7.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

Inoltre, sono state valutate le sollecitazioni relative alla fase sismica, generate dalle forze inerziali, dall'incremento di spinta delle terre e dalle azioni direttamente trasmesse dal ritegno longitudinale.

La spinta delle terre in condizioni di esercizio, è stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Conformemente alle circolari alle NTC2018 (§C.5.1.3.3.5.1), il sovraccarico accidentale da traffico è costituito dal carico Q_{ik} supposto distribuito su un impronta di 3.0 x 2.20.

Questo carico è stato supposto diffuso a 30° lungo il terrapieno fino alla base del paraghiaia.

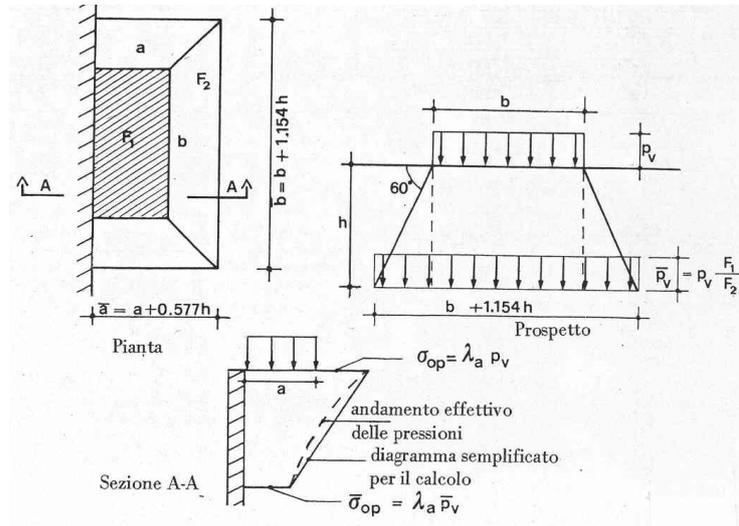


Figura 7.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 7.3 interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a $(b + 1.154h + 2.00)$.

7.4.5 Muri di risvolto

Il calcolo è relativo al muro di maggiore altezza. Lo schema di calcolo adottato è quello di piastre rettangolari incastrate alla base in corrispondenza della zattera di fondazione e su un lato in corrispondenza del muro frontale. I muri sono soggetti alla spinta delle terre, alle spinte dovute ai sovraccarichi accidentali sul terrapieno in esercizio, ed alle forze inerziali ed all'incremento di spinta delle terre in fase sismica.

Il calcolo delle sollecitazioni generate dalla spinta delle terre, dal sovraccarico accidentale, ipotizzato presente a livello del piano viario, e dal sisma, è stato effettuato utilizzando le tabelle proposte da R. Bares nel testo "Calcolo di Lastre e Piastre con la teoria elastica lineare" (vedi Tab. 1.41 – 1.97). Il calcolo della spinta delle terre è stato condotto con riferimento al coefficiente di spinta a riposo k_0 .

Nel caso in cui è presente una bandiera all'estremità verticale libera del muro si considerano i momenti orizzontali trasmessi al muro di risvolto, valutati con schema di trave a mensola:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

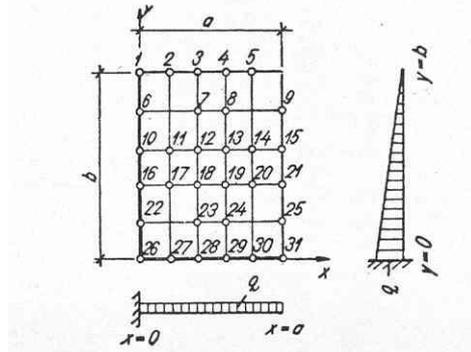


Figura 7.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

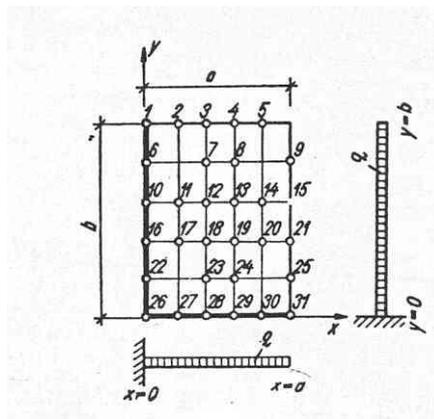


Figura 7.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

7.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte per tutte le membrature, ad eccezione delle mensole anteriori delle spalle, caratterizzate da comportamento a mensola tozza.

I tagli di calcolo sono stati confrontati con le resistenze delle singole membrature, valutate in assenza di specifiche armature trasversali; laddove la verifica fornisce esito negativo, sono state dimensionate le armature trasversali in grado di garantire la soddisfazione delle verifiche.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

8 VERIFICHE DISPOSITIVI DI APOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

8.1 Apparecchi di appoggio

8.1.1 Carichi verticali trasmessi dall'impalcato

I carichi verticali sono stati valutati con i specifici modelli di calcolo utilizzati per il dimensionamento dell'impalcato.

Di seguito si riepilogano i carichi verticali trasmessi agli appoggi per ciascuna azione elementare, e la successiva combinazione secondo quanto precedentemente illustrato:

Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari

Condizione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili Max	Carichi mobili Min
SPA	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.6	1284.8	0.0
SPB	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.6	1284.8	0.0

Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi

Combinazione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SLE-QP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
SLE-RARA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00
SLU-STR	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35
SLU-SIS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLE-FREQ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.75	0.75

Carichi trasmessi agli appoggi

Combinazione SLE-QP												MAX	MIN
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano	
SPA	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1186.5	1186.5	
SPB	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1186.5	1186.5	

Combinazione SLE-RARA

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	1284.8	0.0	2505.3	1152.5
SPB	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	1284.8	0.0	2505.3	1152.5

Combinazione SLU-STR

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	1099.6	502.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	1734.5	0.0	3387.2	1550.8
SPB	1099.6	502.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	1734.5	0.0	3387.2	1550.8

Combinazione SLU-SIS

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1186.5	1186.5
SPB	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1186.5	1186.5

Combinazione SLE-FREQ

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	963.6	0.0	2150.1	1186.5
SPB	814.5	372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	963.6	0.0	2150.1	1186.5

I carichi verticali sono ampiamente compatibili con le resistenze Fzd dei dispositivi di appoggio previsti.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

8.1.2 Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato

I carichi orizzontali sono stati valutati con lo specifico foglio di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle sottostrutture.

I carichi massimi SLU sugli appoggi reagenti alle azioni orizzontali, sono relativi alla combinazione sismica.

Di seguito si riepilogano i carichi orizzontali longitudinali e trasversali trasmessi agli appoggi per ciascuna azione elementare significativa, e la successiva combinazione secondo quanto precedentemente illustrato:

CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO					
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari					
VL	Condizione n.	1	2	3	
	Allineamenti	Sisma trasversale	Sisma longitudinale	Forze Parassite	
trave DX	SPA			22.7	
	SPB		424.0	22.7	
trave CENTR	SPA			22.7	
	SPB		424.0	22.7	
trave SX	SPA			22.7	
	SPB		424.0	22.7	
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni					
Fattori moltiplicativi					
Combinazione n.					
	SLU-SIS X	0.30	1.00	1.00	
Carichi trasmessi agli appoggi					
Combinazione SLU-SIS X					
	Allineamenti	Sisma trasversale	Sisma longitudinale	Forze Parassite	Sommano
trave DX	SPA	0.0	0.0	22.7	22.7
	SPB	0.0	424.0	22.7	446.7
trave CENTR	SPA	0.0	0.0	22.7	22.7
	SPB	0.0	424.0	22.7	446.7
trave SX	SPA	0.0	0.0	22.7	22.7
	SPB	0.0	424.0	22.7	446.7

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO							
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari							
VT	Condizione n.	1		2		3	
		Sisma trasversale		Sisma longitudinale		Forze Parassite	
Allineamenti	traverse						
trave DX	SPA						
	SPB						
trave CENTR	SPA	213.0					
	SPB	213.0					
trave SX	SPA						
	SPB						
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni							
Fattori moltiplicativi							
Combinazione n.							
SLU-SIS Y		1.00	0.30			1.00	
Carichi trasmessi agli appoggi							
Combinazione SLU-SIS Y							
Allineamenti	traverse	Sisma		Forze		Sommano	
		trasversale	longitudinale	Parassite			
trave DX	SPA	0.0	0.0			0.0	
	SPB	0.0	0.0			0.0	
trave CENTR	SPA	213.0	0.0			213.0	
	SPB	213.0	0.0			213.0	
trave SX	SPA	0.0	0.0			0.0	
	SPB	0.0	0.0			0.0	

8.2 Escursioni degli apparecchi di appoggio e dei giunti di dilatazione

Le escursioni longitudinali dell'impalcato considerate per il dimensionamento di apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione fanno riferimento alla norma EN 1991-1-5. In particolare, si considera una variazione termica aggiuntiva di $\pm 20^\circ$:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Dati	Var	unità	SP
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	31.50
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	250
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{CS}		0.00015

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	40.9
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-9.0
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	44.9
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-5.0
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	20.0
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	29.9
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	49.9
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	40.0
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	49.9

Massima contrazione longitudinale per ritiro	$\Delta lrit,con$	mm	-5
Massimo contrazione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta lmax,con$	mm	-13
escursione complessiva di contrazione	$\Delta lmax,con$	mm	-17
Massima espansione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta lmax,exp$	mm	16
escursione complessiva longitudinale	$\Delta ltot$	mm	33
escursione complessiva longitudinale di progetto	$\Delta ltot$	mm	50

In accordo alla normativa EN 1337 si adotta per gli apparecchi di appoggio una corsa minima di 100 mm in direzione longitudinale.

8.3 Riepilogo caratteristiche di progetto dispositivi di vincolo e giunti

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di progetto prescritte per gli apparecchi di appoggio e per i giunti di dilatazione:

LEGENDA

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

VF	APPARECCHIO FISSO
VUT	APPARECCHIO UNI TRASVERSALE
VUL	APPARECCHIO UNI LONGITUDINALE
VM	APPARECCHIO MOBILE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI APPARECCHI DI APPOGGIO

$N_{sd,SLU}$	MASSIMO CARICO VERTICALE SLU
Vl_{SLU}	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE LONGITUDINALE SLU
Vt_{SLU}	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE TRASVERSALE SLU
S_{long}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
S_{trasv}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI GIUNTI DI DILATAZIONE

$S_{long,tot}$	SCORRIMENTO COMPLESSIVO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
$S_{trasv,tot}$	SCORRIMENTO COMPLESSIVO IN DIREZIONE TRASVERSALE
$B_{cord,sx}$ o $B_{cord,sx}$	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE DI CORDOLO O MARCIAPIEDE IN CORRISPONDENZA ELEMENTO MARGINALE SX O INTERNO
B_{piat}	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE IN ELASTOMERO ARMATO DA DISPORRE IN CORRISPONDENZA PIATTAFORMA STRADALE
$B_{cord,dx}$ o $B_{cord,est}$	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE DI CORDOLO O MARCIAPIEDE IN CORRISPONDENZA ELEMENTO MARGINALE DX O ESTERNO

CA349

Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas

VI01 - CARREGGIATA SINISTRA

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

Allineamento	TRAVI INTERNE					TRAVI CENTRALI					TRAVI ESTERNE											
	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	
SPA	VUT	4000	1000		50	25	0.010	VF	4000	1000	1000	400		0.010	VUT	4000	1000	1000	50	25	0.010	
SPB	VM	4000				25	0.010	VUL	4000		400	50		0.010	VM	4000				50	25	0.010

GIUNTI DI DILATAZIONE

Allineamento	S _{long} tot [mm]	S _{trasv} tot [mm]	B _{cord_int} [m]	B _{piat} [m]	B _{cord_est} [m]
SPA	50	50	1.10	19.78	1.10
SPB	50	50	1.12	20.33	1.12

VI01 - CARREGGIATA DESTRA

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

Allineamento	TRAVI INTERNE					TRAVI CENTRALI					TRAVI ESTERNE											
	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	Tip	N _s slu [kN]	V _i s _{LU} [kN]	V _t s _{LU} [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	
SPA	VUT	4000	1000		50	25	0.010	VF	4000	1000	1000	400		0.010	VUT	4000	1000	1000	50	25	0.010	
SPB	VM	4000				25	0.010	VUL	4000		400	50		0.010	VM	4000				50	25	0.010

GIUNTI DI DILATAZIONE

Allineamento	S _{long} tot [mm]	S _{trasv} tot [mm]	B _{cord_int} [m]	B _{piat} [m]	B _{cord_est} [m]
SPA	50	50	1.10	17.92	1.10
SPB	50	50	1.12	17.36	1.14

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

9 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI

In accordo alle NTC2018 le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) delle fondazioni su pali sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $Ed \leq Rd$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Stabilità globale.

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate esclusivamente nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali, mentre vengono omesse per fondazioni che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

Le verifiche SLU di tipo strutturale (STR) sono illustrate nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Relativamente agli stati limite di esercizio (SLE) è stata effettuata una stima del cedimento del palo singolo e della palificata soggetti a carichi verticali.

9.1 Criteri di Calcolo

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate seguendo l'Approccio 1 con la combinazione dei coefficienti parziali (A2, M2, R2) definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E')	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

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

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificatane nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale γ	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

9.1.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

Fcd è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

Rcd la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

Essendo:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$ la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$ la resistenza laterale di progetto;

Wp il peso del palo alleggerito;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$Rbk = \text{Min} [(Rbc, cal)_{media} / \xi_3; (Rbc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza alla punta caratteristica;

$Rsk = \text{Min} [(Rsc, cal)_{media} / \xi_3; (Rsc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza laterale caratteristica;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$R_{b,cal}$ ed $R_{s,cal}$ rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del palo valutate con la seguenti espressioni:

$R_{b,cal} = qb Ap$ la resistenza alla punta e:

$R_{s,cal} = \sum^n_i qs_i Ai$ la resistenza laterale

i è lo strato iesimo attraversato dal palo ed n il numero totale degli strati.

9.1.1.1 Unità a comportamento coesivo (Argille e limi)

La verifica è effettuata in termini di tensioni totali.

La resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$qb = \sigma_v + 9 cu$$

essendo σ_v la tensione verticale totale alla quota della base del palo e cu la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

Relativamente alla resistenza laterale, il valore di qs_i viene determinato come:

$$qs_i = \alpha_i cu_i$$

Essendo:

α un coefficiente riduttivo della coesione non drenata cu , variabile secondo quanto suggerito da AGI (1984) per pali trivellati:

Tipo di palo	Valori di cu [kPa]	Valori di α
Trivellato	$cu < 25$	0.9
	$25 \leq cu < 50$	0.8
	$50 \leq cu < 75$	0.6
	$cu \geq 75$	0.4

Tabella 9.1 – Valori di α (AGI 1984)

9.1.1.2 Unità a comportamento incoerente (Sabbie, Sabbie limose e Ghiaie)

La verifica è effettuata in termini di tensioni efficaci.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Per pali trivellati di grande diametro la resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$q_b = Nq^* \times \sigma_v'$$

Nq^* è il coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere di un cedimento alla base del palo pari a $(0.06 - 0.1) D$ valutato secondo Berezantzev (1965), e σ_v' la tensione verticale alla base del palo in termini di tensioni efficaci.

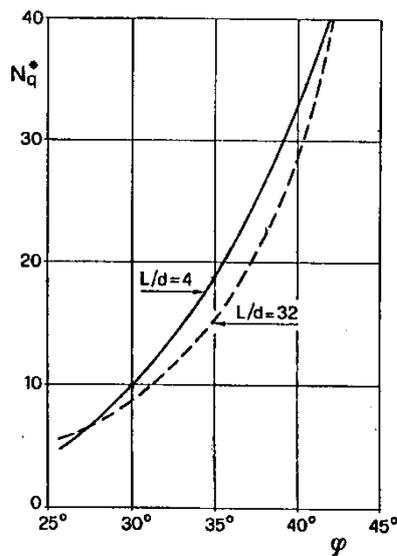


Figura 9.1 – Coefficienti Nq^* (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

In ogni caso è stato assunto per q_b un valore limite $q_{b,max}$ pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione [Gwizdala (1984), Reese&O'Neill (1988) e Matsui (1993)]:

$$q_{b,max1} = (Nspt)_m \times \alpha_N \text{ (kPa)}$$

Essendo:

α_N un coefficiente empirico pari a:

$$\alpha_N = 150 \text{ per ghiaie} \quad \alpha_N = 120 \text{ per sabbie} \quad \alpha_N = 85 \text{ per sabbie limose}$$

$(Nspt)_m$ Il valore di $Nspt$ medio su un tratto pari a $1.5 D$ al di sopra e al di sotto della base del palo.

e dalla seguente tabella:

$$q_{b,max2} = 7500 \text{ per ghiaie} \quad q_{b,max2} = 5800 \text{ per sabbie} \quad q_{b,max2} = 4300 \text{ per sabbie limose}$$

La resistenza unitaria laterale $q_{s,i}$ viene determinato in accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) come:

$$q_{s,i} = \sigma_v'_m \beta(z) \leq q_{s,max}$$

essendo:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

σ'_m il valore della tensione verticale determinata alla quota media dello strato considerato;

β coefficiente empirico;

$q_{s,max}$ tensione tangenziale ultima consigliabile.

In accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) al coefficiente empirico β possono essere assegnati i seguenti valori:

$1.2 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25$ per i depositi sabbiosi

$1.8 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25$ per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi

In accordo a Reese & Wright (1977) nel caso di pali trivellati a fango, il valore di $q_{s,max}$ è ricavabile dalle seguenti espressioni:

$q_{s,max} = 3 \times N_{spt}$ (kPa) per $N_{spt} \leq 53$

$q_{s,max} = 142 + 0,32 \times N_{spt}$ (kPa) per $N_{spt} > 53$

9.1.1.3 Unità rocciose

Per pali trivellati di grande diametro in roccia, il Canadian Foundation Manual (1978) suggerisce questa espressione per la portata ammissibile alla base:

$$qb_{amm} = K_{sp} \times q_u$$

con:

$$K_{sp} = \frac{3 + c/B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{\delta}{c}}}$$

Dove:

K_{sp} coefficiente empirico compreso tra 0.1 e 0.4, che dipende dalla spaziatura e include un fattore di sicurezza pari a 3;

q_u valore medio della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (determinata su campioni di roccia intatta);

c spaziatura delle discontinuità;

δ apertura delle discontinuità;

B diametro del palo.

Poulos e Davis in "Analisi e progettazione di fondazioni su pali, 1980", sulla base dei dati empirici forniti da Thorne (1977), suggeriscono una pressione massima ammissibile alla punta dell'ordine di $0.3 q_{um}$ (resistenza monoassiale alla compressione) che sembrerebbe abbastanza prudente per quasi tutte le argilliti rigonfie. Anche in questo caso, il riferimento alle soluzioni teoriche mostra che, tali valori, generalmente, implicano un coefficiente di sicurezza di almeno 3 per le rocce fratturate o con fratture a brevi intervalli, e 12 o più per rocce integre.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Sulla base di quanto sopra, la resistenza unitaria alla base è stata assunta pari a:

$$qb_{amm} = 3 K x q_u$$

dove K è un coefficiente cautelativamente assunto pari a 0.20, sulla scorta di quanto precedentemente espresso.

La resistenza unitaria laterale q_s , per pali trivellati in roccia, viene determinata impiegando l'espressione suggerita da Horvath e Kenney (1989):

$$q_s = 6.656 \cdot \sqrt{q_u} \quad (kPa)$$

9.1.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione

L'interasse tra i pali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = \eta n R_{cd}$$

In cui:

η è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

R_{cd} la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1.

Per palificate in terreni incoerenti e interassi usuali (non minori di tre volte il diametro dei pali), l'efficienza è sempre maggiore dell'unità e nel progetto viene assunta pari ad uno. In questi casi, la verifica di collasso per carico limite del palo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.

Per palificate in terreni coesivi, l'efficienza del gruppo di pali risulta minore dell'unità.

Il valore dell'efficienza è stato determinato attraverso la nota formula empirica di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$

In cui:

d diametro dei pali;

i interasse tra i pali;

m numero di file di pali;

n numero di pali per ciascuna fila.

La verifica si ritiene soddisfatta se:

$$N_{max\ SLU} \leq R_{cd,gr}$$

Dove:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

$N_{max\ SLU}$ è il massimo carico verticale agli SLU-STR o SLV agente sulla palificata.

9.1.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

$$F_{td} \leq R_{td}$$

Dove:

F_{td} è il carico assiale di trazione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

R_{td} la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = 0.7 R_{sd} + W_p$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$ la resistenza laterale di progetto;

W_p il peso del palo alleggerito;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

R_{sk} la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 9.1.1.

Come è possibile evincere per le verifiche a carichi di trazione si assume una resistenza laterale pari al 70% della corrispondente valutata per pali in compressione.

9.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d}$$

Dove:

$F_{tr,d}$ è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{tr,d}$ la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

γ_T coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di apli soggetti a carichi trasversali, fornito dalla Tab. 6.4.VI delle NTC2018, precedentemente illustrata;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$ la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

$R_{tr,cal}$ rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali H_{lim} valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

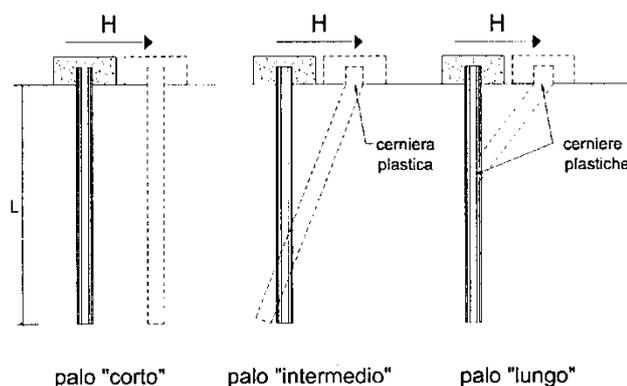


Figura 9.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

9.1.4.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza p offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a $1.5 D$ e costante con valore $9 c_u D$ per profondità maggiori.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

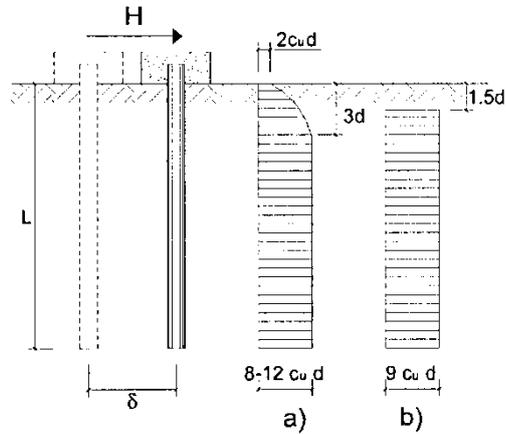


Figura 9.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:

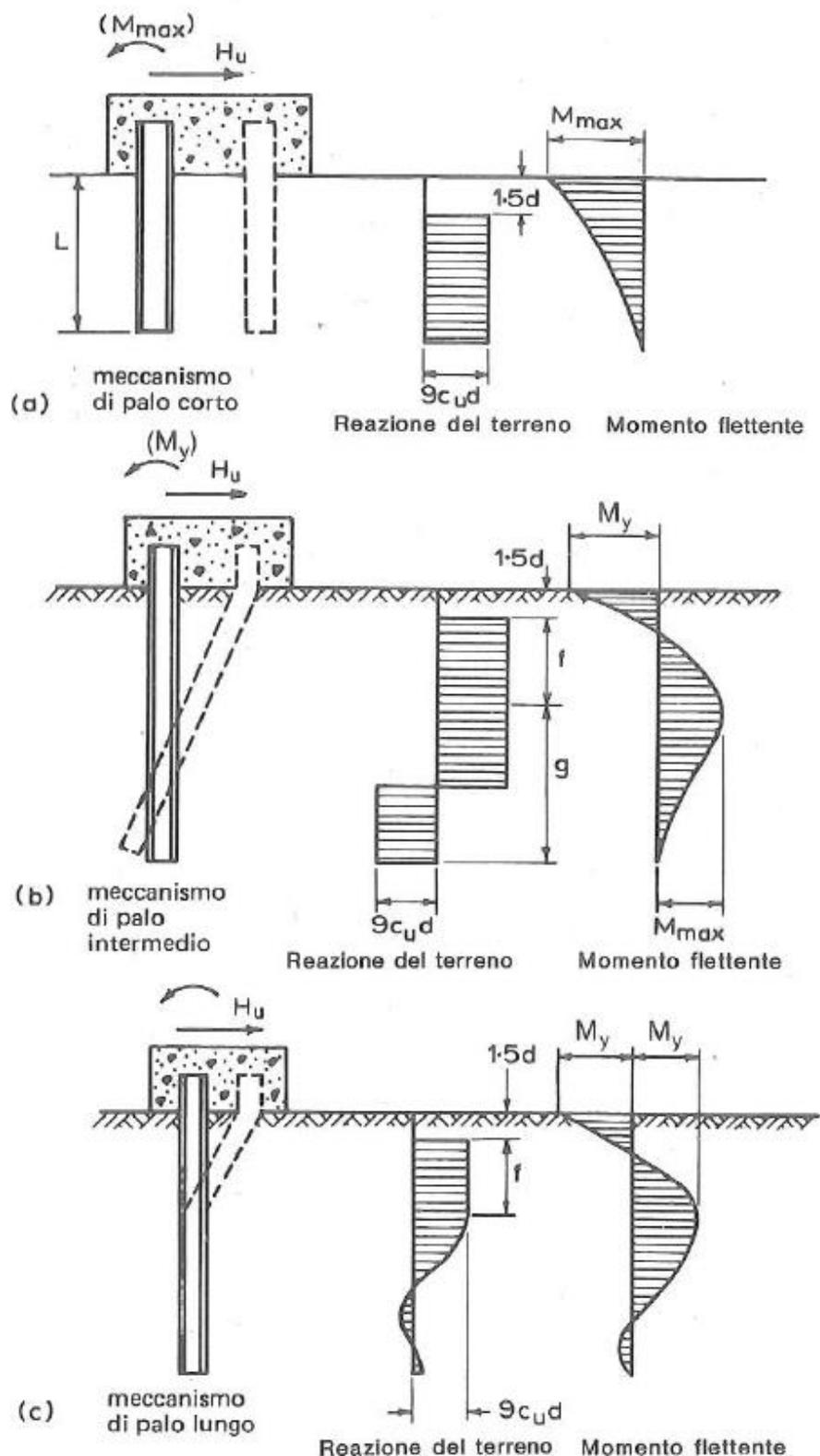


Figura 9.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a M_y , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H_{\text{lim}} = 9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H_{\text{lim}} = -9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{\text{lim}} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{\text{lim}} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{\text{lim}} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

9.1.4.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

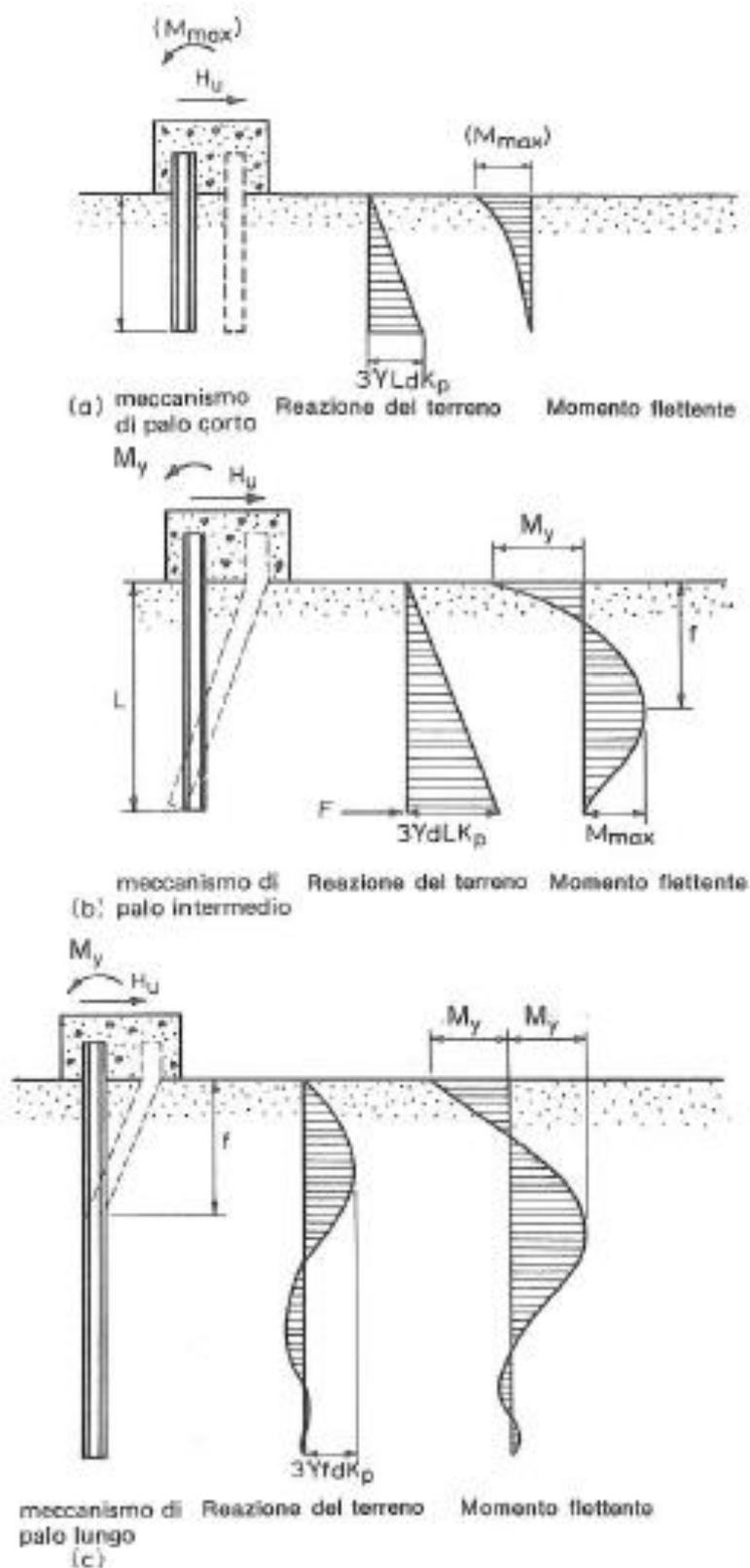
k_p il coefficiente di spinta passiva;

z la profondità da piano campagna;

γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

CA349

Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas



SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Figura 9.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H \text{ lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H \text{ lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \text{ lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{My}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \text{ lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left(\frac{2M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

9.1.5 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale

La resistenza ai carichi trasversali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,dgr} = \eta n R_{tr,d1}$$

In cui:

η_{tr} è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{tr,d1}$ la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1, per un valore del momento di plasticizzazione corrispondente allo sforzo normale medio agente sui pali della palificata

Il carico limite orizzontale di un gruppo può essere notevolmente inferiore alla somma dei valori relativi ai singoli pali; l'efficienza di un gruppo di pali rispetto ai carichi orizzontali è sempre inferiore all'unità.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Dalle "raccomandazioni sui pali di fondazione" AGI, 1984, si riporta quanto segue:

"Sulla base dei risultati sperimentali disponibili sembra che l'efficienza tenda all'unità per un interasse fra i pali del gruppo pari a cinque volte il diametro dei pali; per interasse minore, l'efficienza diminuisce fino a 0.5."

È possibile anche affermare che risulta più vantaggioso disporre il gruppo di pali normalmente alla direzione della forza orizzontale ovvero, a parità di numero di pali di un gruppo rettangolare resiste meglio se la forza orizzontale agisce parallelamente al lato corto.

Per il caso di interesse, relativo a pali disposti ad interasse non minore di 3 diametri si ritiene possibile considerare $\eta_{tr} = 80\%$.

Nel caso di gruppo di pali soggetti ad azioni orizzontali possono manifestarsi le due seguenti tipologie di interazione:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (Figura 9.6 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 9.9 - Schema B).

L'interazione del primo tipo si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.



Figura 9.6 – Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnivant & O'Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.7.

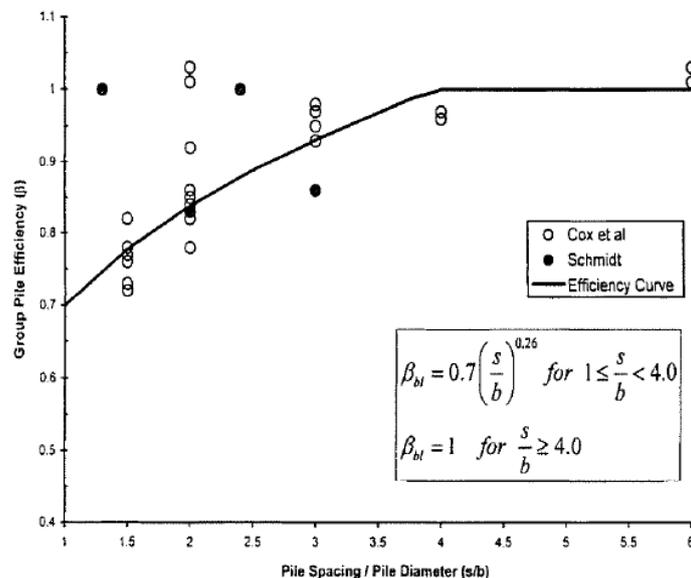


Figura 9.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.8.

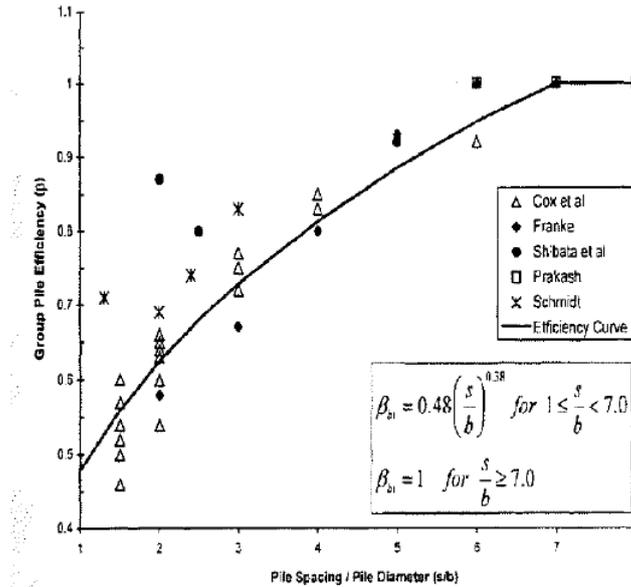


Figura 9.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

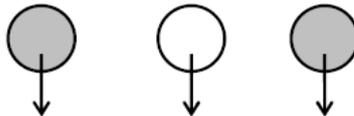


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 9.9 – Schema B – Pali affiancati

Tale riduzione di "p" in funzione del rapporto s/D (s = interasse dei pali, D = diametro del palo) può essere ricavata dalle indicazioni fornite in Figura 9.10.

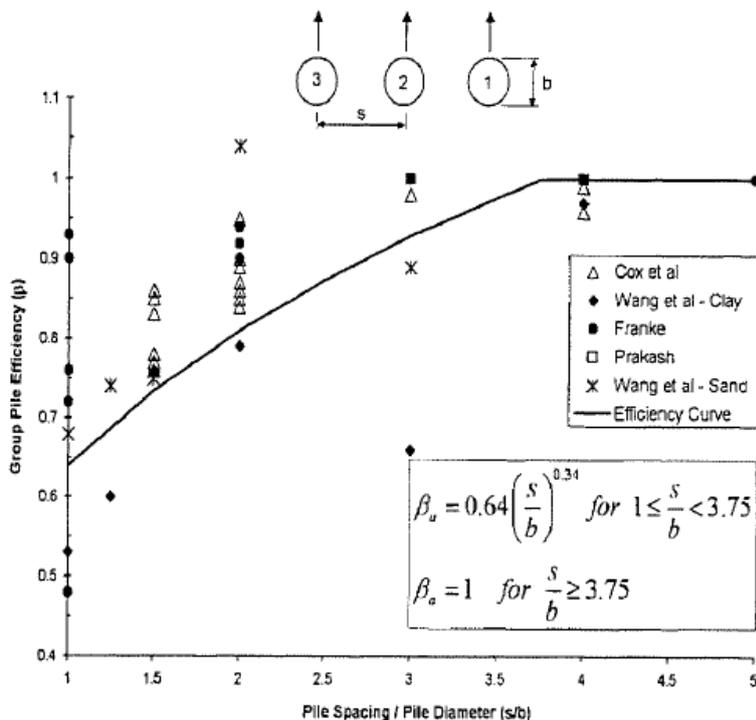


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

Con riferimento alle geometrie maggiormente ricorrenti per i sistemi di fondazione profondi, gli incrementi medi delle sollecitazioni lungo i pali a causa degli effetti gruppo sono dell'ordine del 10-20%.

Nel caso in esame si considera un incremento massimo delle sollecitazioni sul palo singolo pari al 20%.

9.1.6 Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato

Il calcolo dei cedimenti del palo singolo è stato effettuato in accordo al metodo proposto da Poulos.

Il terreno viene assunto omogeneo con modulo di Young e coefficiente di Poisson costanti.

Il metodo distingue due casi:

- floating pile, ovvero "palo sospeso";
- end bearing, ovvero palo ammorsato su un terreno più rigido.

Per entrambi i casi, il cedimento in testa al palo può essere stimato con sufficiente accuratezza, nell'ipotesi di palo deformabile in un semispazio elastico, attraverso la seguente relazione:

$$w_1 = \frac{PI}{E_s d}$$

nella quale:

w_1 cedimento del palo isolato;

P carico assiale applicato;

floating pile = $I_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_v$;

$$I_{end\ bearing} = I_o \cdot R_K \cdot R_b \cdot R_v;$$

- I_o fattore di influenza (per un palo rigido in un semispazio elastico per $\nu = 0.5$)
- R_K fattore correttivo che tiene conto della compressibilità del palo;
- R_h fattore correttivo che tiene conto della profondità (finita) del substrato rigido;
- R_b fattore correttivo caso End Bearing funzione del rapporto L/d e E_b/E_s ;
- R_v fattore correttivo del coefficiente di Poisson;
- h altezza totale dello strato di terreno;
- E_s modulo elastico del terreno (assunto un valore pari alla media pesata secondo lo spessore degli strati attraversati dal palo).

Di seguito si riporta il significato dei simboli per i parametri delle correlazioni grafiche:

- d_b diametro del palo alla base;
- d diametro del palo in testa;
- L lunghezza del palo;
- K rapporto tra i moduli di elasticità del materiale costituente il palo e del terreno.

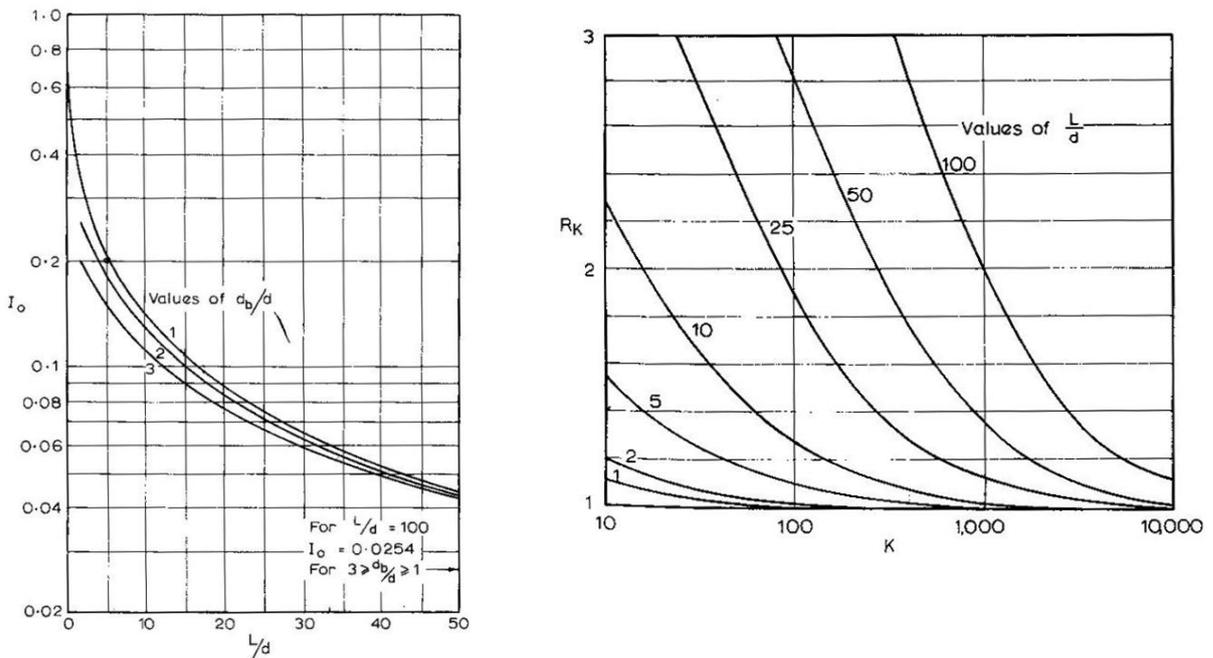


Figura 9.11 – fattori correttivi I_o ed R_K

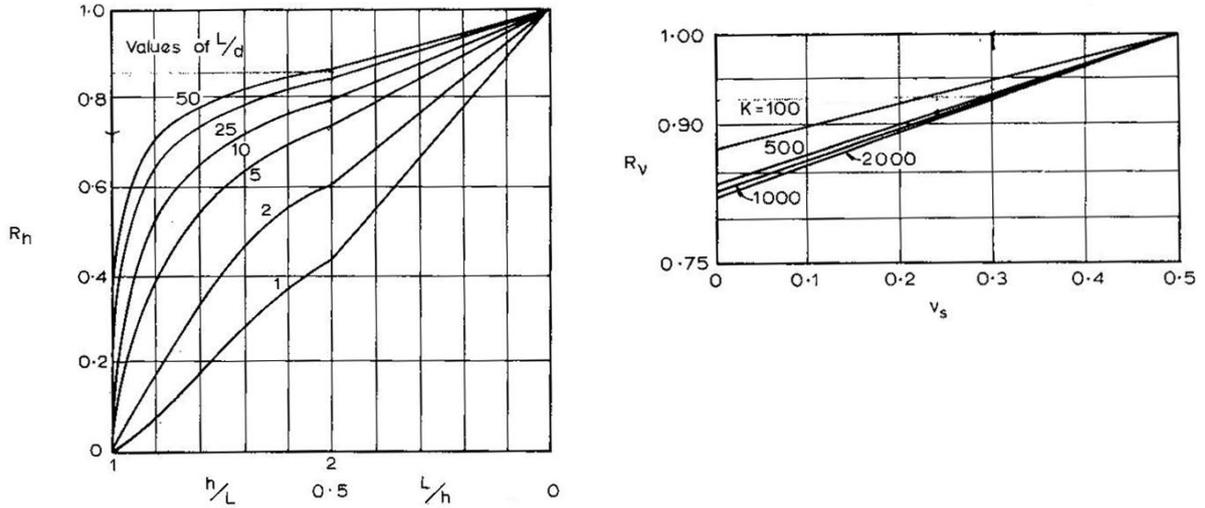


Figura 9.12 – fattori correttivi R_h ed R_v

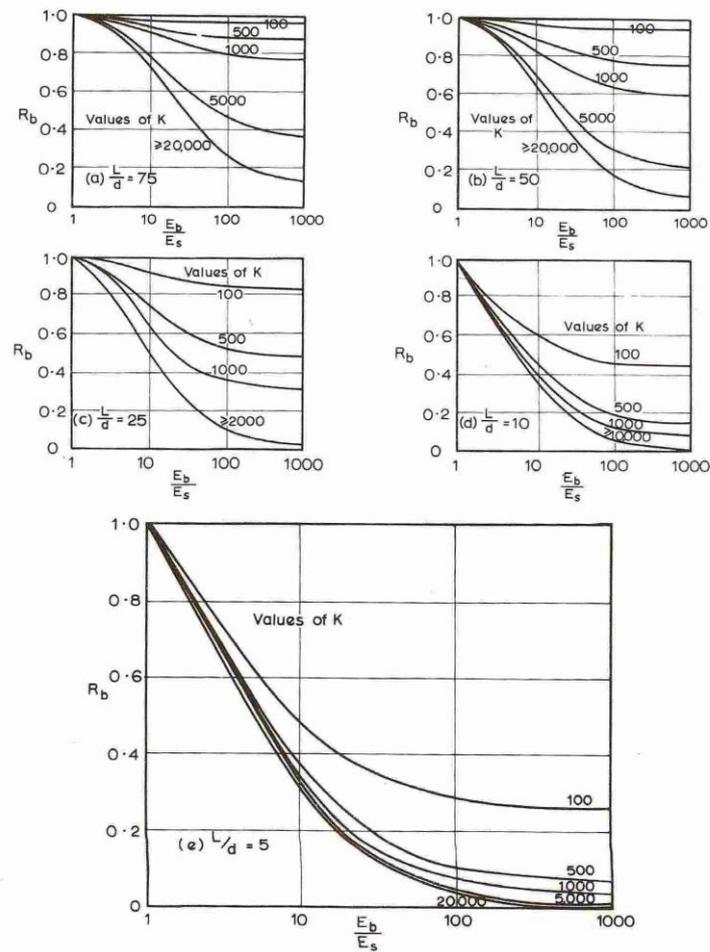


Figura 9.13 - fattore correttivo R_b : caso end-bearing

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

9.1.7 Verifiche SLE - Cedimenti della palificata

Il calcolo dei cedimenti della palificata viene effettuato a partire dal cedimento del palo singolo w_1 valutato a parità di carico medio per palo, attraverso la seguente espressione suggerita da AGI (1984), relativa al caso di pali trivellati:

$$w = w_1 \left(\frac{0.6B}{0.3B + 0.3} \right)^2$$

In cui B è la dimensione minima in pianta della palificata espressa in metri.

9.2 Applicazione al caso in esame

Si omettono le verifiche di stabilità globale delle fondazioni su pali del viadotto, che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

9.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

Le fondazioni delle spalle sono di tipo indiretto su pali trivellati $\phi 1200$, collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0 m.

Per le spalle sono previsti pali disposti secondo una maglia rettangolare (carreggiata sinistra 21: 7 x 3 e carreggiata destra 18: 6 x 3), garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D).

9.2.2 Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su pali.

Inoltre, è indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei pali.

VIADOTTO: **VI01** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento ϕ **5**

Allineamento: **SPA**

Profondità falda da intradosso fondazione z_w m **0.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO
*da intradosso fondazione

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA'		
				VALORI MEDI					VALORI MINIMI						G0 [MPa]	Eed [MPa]	Eoperativo [MPa]
				γ_{med} [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]	NSPT				
1	0.00	2.00	SL1	19.0		15	30.0	50	18.0		10.0	25.0	10	500	1250	125	
2	2.00	11.00	SL2	19.0		15	34.0	50	18.0		10.0	27.0	30	500	1250	125	
3	11.00	17.00	CMF	20.0	15000	400	21.0		19.0	3000	100.0	18.0		2500	6250	625	
4	17.00	30.00	CM	21.0	20000	630	29.0		20.0	5000	150.0	27.0		3350	8375	838	

Allineamento: **SPB**

Profondità falda da intradosso fondazione z_w m **0.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO
*da intradosso fondazione

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA'		
				VALORI MEDI					VALORI MINIMI						G0 [MPa]	Eed [MPa]	Eoperativo [MPa]
				γ_{med} [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]	NSPT				
1	0.00	4.50	SL1	19.0		15	30.0	50	18.0		10.0	25.0	10	500	1250	125	
2	4.50	10.00	SL2	19.0		15	34.0	50	18.0		10.0	27.0	30	500	1250	125	
3	10.00	18.00	CMF	20.0	15000	400	21.0		19.0	3000	100.0	18.0		2500	6250	625	
4	18.00	30.00	CM	21.0	20000	630	29.0		20.0	5000	150.0	27.0		3350	8375	838	

Tabella 9.2 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

Relativamente ai moduli elastici del terreno utilizzati per il calcolo dei cedimenti sono stati adottati valori "operativi", che tengono conto del livello di deformazione tipico del problema esaminato, e sono pari a 1/10 dei moduli a piccolissimi livelli di deformazione E_0 .

9.2.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rcd – Lunghezza del palo (L_p), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Fcd.

I valori di Fcd, Ftd e Fcd_{gr} considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

La tabelle seguenti illustrano i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni agenti e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI			PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV		PALI SOGGETTI A TRAZIONE					
Stratigrafia	Allineamenti	L_p [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
STR1	SPA DX	16.0	10451	5027	15375	6053	1125	7057	7057	4509	64%	7419	4358	4358	0	0%
STR2	SPB DX	16.0	12075	5027	17000	6784	1125	7790	7790	4509	58%	8554	4869	4869	0	0%

Tabella 9.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

RIEPILOGO RISULTATI						MEDI	MINIMI	ENV			
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	η (%)	Rcd,gr med [kN]	Rcd,gr min [kN]	Rcd,gr [kN]	Edc [kN]	c.u. %	
STR1	SPA DX	1.20	3.60	18	69%	191717	88003	88003	57143	65%	
STR2	SPB DX	1.20	3.60	18	69%	211981	97132	97132	57143	59%	

Tabella 9.4 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione

9.2.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto $R_{tr,d}$ – Momento di plasticizzazione testa palo (MRd), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto $F_{tr,d}$.

I valori di $F_{tr,d}$ considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Per la verifica del palo singolo, come illustrato in precedenza, si considera un valore della forza trasversale di progetto SLU amplificata del 20% rispetto a quella fornita dalla risoluzione della palificata.

Il momento ultimo, considerato per la valutazione della resistenza media della palificata è quello corrispondente allo sforzo normale medio.

La tabella seguente illustra i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

RIEPILOGO RISULTATI		PALO SINGOLO				PALIFICATA				
Stratigrafia	Allineamenti	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
STR1	SPA DX	5337	2080	1093	53%	18	80%	29948	19674	66%

Tabella 9.5 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

9.2.5 Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata

Nel caso in esame, date le elevate caratteristiche di rigidità delle formazioni di interesse, gli abbassamenti delle fondazioni indirette su pali sono da ritenersi trascurabili e pertanto non prese in considerazione.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas	

10 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

10.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato ricorrendo a modelli piani in cui gli elementi strutturali sono stati schematizzati come elementi monodimensionali di tipo "beam".

I vincoli esterni sono costituiti da semplici appoggi.

Le sollecitazioni sismiche sono calcolate attraverso analisi dinamica lineare.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

10.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: SAP2000 14 Advanced

Produttore CSI Computer & Structures, Inc 1995 University Avenue Berkley, CA

Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° S15307

10.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

10.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

10.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il codice di calcolo SAP2000 consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

10.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

**11 ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –
 CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI**

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi
 Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.06
 nrif = 15.74

eps = 0.81 (c/t)max = 11.39

eps = 0.81 (c/t)max = 11.39

Sez	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore				Anima		Piattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborante																		
					B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lcampata (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)
1	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.640	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
2	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.640	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
3	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.615	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
4	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.615	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
5	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.615	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
6	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.615	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
7	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.640	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540
8	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.640	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000	2.750	2.245	5.355	0.240	0.070	0.540

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.											Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrif.					Trave composta - n=n0					
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0818	0.711	0.039873	0.002842	0.000021	0.185959	1.367	0.103469	3.420559	0.000024	0.182167	1.357	0.10241	3.356083	0.000024	0.312822	1.578	0.1244	5.578105	0.000069
2	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0818	0.711	0.039873	0.002842	0.000021	0.185959	1.367	0.103469	3.420559	0.000024	0.182167	1.357	0.10241	3.356083	0.000024	0.312822	1.578	0.1244	5.578105	0.000069
3	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0943	0.625	0.047683	0.003838	0.000024	0.198499	1.285	0.126671	3.716527	0.000027	0.194707	1.273	0.125257	3.652051	0.000026	0.325362	1.519	0.155257	5.874073	0.000071
4	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0943	0.625	0.047683	0.003838	0.000024	0.198499	1.285	0.126671	3.716527	0.000027	0.194707	1.273	0.125257	3.652051	0.000026	0.325362	1.519	0.155257	5.874073	0.000071
5	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0943	0.625	0.047683	0.003838	0.000024	0.198499	1.285	0.126671	3.716527	0.000027	0.194707	1.273	0.125257	3.652051	0.000026	0.325362	1.519	0.155257	5.874073	0.000071
6	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0943	0.625	0.047683	0.003838	0.000024	0.198499	1.285	0.126671	3.716527	0.000027	0.194707	1.273	0.125257	3.652051	0.000026	0.325362	1.519	0.155257	5.874073	0.000071
7	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0818	0.711	0.039873	0.002842	0.000021	0.185959	1.367	0.103469	3.420559	0.000024	0.182167	1.357	0.10241	3.356083	0.000024	0.312822	1.578	0.1244	5.578105	0.000069
8	0.540	1.3230	0.186	0.007066593	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0818	0.711	0.039873	0.002842	0.000021	0.185959	1.367	0.103469	3.420559	0.000024	0.182167	1.357	0.10241	3.356083	0.000024	0.312822	1.578	0.1244	5.578105	0.000069

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

**12 ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –
 CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA**

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.06
 nr1t = 15.74

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n.campata	X campata (m)	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore				Anima		Piattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborant																	
										B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lsx (m)	Lcampata	Ldx (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)
1	1	0.000	0.000	1	0.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	4.607
2	1	5.000	5.000	1	5.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.106
3	2	0.000	5.000	1	5.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.106
4	2	3.500	8.500	1	8.500	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
5	3	0.000	8.500	1	8.500	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
6	3	1.500	10.000	1	10.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
7	4	0.000	10.000	1	10.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
8	4	5.000	15.000	1	15.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
9	5	0.000	15.000	1	15.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
10	5	5.000	20.000	1	20.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
11	6	0.000	20.000	1	20.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
12	6	1.500	21.500	1	21.500	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.016	1.610	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
13	7	0.000	21.500	1	21.500	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.355
14	7	3.500	25.000	1	25.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.106
15	8	0.000	25.000	1	25.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	5.106
16	8	5.000	30.000	1	30.000	3	15.000	4.850	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.020	1.635	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.571	4	5.860	0.360	4.850	ca	30.000			2.750	2.245	4.607

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	e							Armatura soletta in c.a.							Trave isolata										Trave composta - n=ninf.												
	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/Ix B (m-1)	Sx/Ix C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	Ai (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Sx/Ix (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)
	1	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1435	0.185	0.006201	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.175561	1.332	0.538	0.099769	3.500678	0.000027	0.498226	0.074879	0.076899
2	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2632	0.185	0.006778	0.007854	0.260	0.007854	0.080	0.015708	0.170	0.000127235	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.184759	1.360	0.510	0.102508	3.500678	0.000027	0.507871	0.075373	0.077363	0.330698
3	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2632	0.185	0.006778	0.007854	0.260	0.007854	0.080	0.015708	0.170	0.000127235	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.184759	1.360	0.510	0.102508	3.500678	0.000027	0.507871	0.075373	0.077363	0.330698
4	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.189359	1.373	0.497	0.10378	3.500678	0.000027	0.512160	0.075596	0.077574	0.349228
5	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
6	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
7	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
8	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
9	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
10	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
11	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
12	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0978	0.661	0.051271	0.003981	0.000027	0.025760	0.587845	0.487998	0.077533	0.084567	0.051080	0.049359	0.201919	1.292	0.578	0.127162	3.797117	0.000030	0.484553	0.098456	0.102836	0.340518
13	0.240	0.070	0.540	0.540	1.3230	0.186	0.007067	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.189359	1.373	0.497	0.10378	3.500678	0.000027	0.512160	0.075596	0.077574	0.349228
14	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2632	0.185	0.006778	0.007854	0.260	0.007854	0.080	0.015708	0.170	0.000127235	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.184759	1.360	0.510	0.102508	3.500678	0.000027	0.507871	0.075373	0.077363	0.330698
15	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2632	0.185	0.006778	0.007854	0.260	0.007854	0.080	0.015708	0.170	0.000127235	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.184759	1.360	0.510	0.102508	3.500678	0.000027	0.507871	0.075373	0.077363	0.330698
16	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1435	0.185	0.006201	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.700	0.0852	0.749	0.042893	0.002985	0.000024	0.032700	0.537187	0.458266	0.057269	0.060076	0.046571	0.045102	0.175561	1.332	0.538	0.099769	3.500678	0.000027	0.498226	0.074879	0.076899	0.295522

Sez						Trave composta - n=nrit.													Trave composta - n=n0																
	WDi (m3)	WAS2i (mc)	WAS1i (mc)	WEi (m3)	WFi (mc)	Ar (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lxr (m4)	lyr (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAr (m3)	WBr (m3)	WCr (m3)	WDr (m3)	WAS2r (mc)	WAS1r (mc)	WEr (m3)	WFr (mc)	A0 (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lx0 (m4)	ly0 (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAO (m3)	WBO (m3)	WCO (m3)	WDO (m3)	WAS20 (mc)	WAS10 (mc)	WEO (m3)	WFO (mc)
1	0.271405	0.222896	0.158968	3.434557	2.218069	0.172284	1.322	0.548	0.098732	3.436203	0.000026	0.494391	0.074690	0.076721	0.283622	0.261119	0.215520	0.154725	3.468901	2.259012	0.285216	1.545	0.325	0.120965	5.658225	0.000071	0.560528	0.078305	0.080120	0.966226	0.779448	0.514322	0.291347	3.310252	1.602446
2	0.301516	0.244081	0.170854	3.766655	2.375839	0.18114	1.350	0.520	0.10147	3.436203	0.000026	0.504253	0.075189	0.077191	0.316625	0.289522	0.235717	0.166215	3.799427	2.418809	0.305887	1.568	0.302	0.12335	5.658225	0.000071	0.565749	0.078664	0.080460	1.209919	0.934831	0.581979	0.314709	3.764031	1.719976
3	0.301516	0.244081	0.170854	3.766655	2.375839	0.18114	1.350	0.520	0.10147	3.436203	0.000026	0.504253	0.075189	0.077191	0.316625	0.289522	0.235717	0.166215	3.799427	2.418809	0.305887	1.568	0.302	0.12335	5.658225	0.000071	0.565749	0.078664	0.080460	1.209919	0.934831	0.581979	0.314709	3.764031	1.719976
4	0.317206	0.254882	0.176746	3.936344	2.453659	0.185567	1.362	0.508	0.102743	3.436203	0.000026	0.508644	0.075416	0.077404	0.333965	0.304292	0.246005	0.171913	3.968156	2.497664	0.316222	1.579	0.291	0.12443	5.658225	0.000071	0.568014	0.078826	0.080614	1.360399	1.024404	0.617624	0.326189	4.004887	1.777195
5	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
6	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
7	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
8	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
9	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
10	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
11	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
12	0.311338	0.260345	0.190238	4.003941	2.666394	0.198127	1.280	0.590	0.125779	3.732641	0.000030	0.481048	0.098250	0.102660	0.326864	0.299613	0.251656	0.185022	4.043003	2.713442	0.328782	1.521	0.349	0.155331	5.954663	0.000075	0.540934	0.102140	0.105973	1.076936	0.866637	0.599192	0.353641	3.840669	1.956582
13	0.317206	0.254882	0.176746	3.936344	2.453659	0.185567	1.362	0.508	0.102743	3.436203	0.000026	0.508644	0.075416	0.077404	0.333965	0.304292	0.246005	0.171913	3.968156	2.497664	0.316222	1.579	0.291	0.12443	5.658225	0.000071	0.568014	0.078826	0.080614	1.360399	1.024404	0.617624	0.326189	4.004887	1.777195
14	0.301516	0.244081	0.170854	3.766655	2.375839	0.18114	1.350	0.520	0.10147	3.436203	0.000026	0.504253	0.075189	0.077191	0.316625	0.289522	0.235717	0.166215	3.799427	2.418809	0.305887	1.568	0.302	0.12335	5.658225	0.000071	0.565749	0.078664	0.080460	1.209919	0.934831	0.581979	0.314709	3.764031	1.719976
15	0.301516	0.244081	0.170854	3.766655	2.375839	0.18114	1.350	0.520	0.10147	3.436203	0.000026	0.504253	0.075189	0.077191	0.316625	0.289522	0.235717	0.166215	3.799427	2.418809	0.305887	1.568	0.302	0.12335	5.658225	0.000071	0.565749	0.078664	0.080460	1.209919	0.934831	0.581979	0.314709	3.764031	1.719976
16	0.271405	0.222896	0.158968	3.434557	2.218069	0.172284	1.322	0.548	0.098732	3.436203	0.000026	0.494391	0.074690	0.076721	0.283622	0.261119	0.215520	0.154725	3.468901	2.259012	0.285216	1.545	0.325	0.120965	5.658225	0.000071	0.560528	0.078305	0.080120	0.966226	0.779448	0.514322	0.291347	3.310252	1.602446

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

13 ALLEGATO 3 – IMPALCATO– TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi
RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE - VERIFICHE SLU

Coefficienti parziali verifiche SLU (STR)

FRAME	LOC (m)	Progr. (m)	1.35		1.35		1.20				1.35						0.90		1.20						0.90										
			peso proprio		perm. Portati		Ced Max		Ced Min		Mmax		Mmin		Vmax		Vmin		Azione del vento		Ritiro: Effetti isostatici		Ritiro: effetti iperstatici		Var.Term.+ Effetti isostatici		V.T.+ Effetti iperstatici		Var.Term.- Effetti isostatici		V.T.- Effetti iperstatici				
			M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)
1	0.00	0.00	0.0	-1099.6	0.0	-502.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1734.5	0.0	-20.5	4877.7	-4877.7	2746.1	0.0	0.0	-3507.2	3507.2	-1192.7	0.0	0.0	3507.2	-3507.2	1192.7	0.0	0.0		
1	5.00	5.00	4594.3	-738.2	2092.5	-334.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7206.2	-1337.4	0.0	0.0	4575.3	183.0	6770.7	-1354.8	85.5	-13.7	5388.0	-5388.0	2887.1	0.0	0.0	-3874.1	3874.1	-1229.3	0.0	0.0	3874.1	-3874.1	1229.3	0.0	0.0
2	0.00	5.00	4594.3	-738.2	2092.5	-334.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7208.7	-1337.1	0.0	0.0	4575.0	183.0	6773.0	-1354.5	85.5	-13.7	5388.0	-5388.0	2887.1	0.0	0.0	-3874.1	3874.1	-1229.3	0.0	0.0	3874.1	-3874.1	1229.3	0.0	0.0
2	3.50	8.50	6735.2	-485.2	3059.2	-217.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10511.0	-1059.1	0.0	0.0	7476.8	347.7	9428.1	-1109.5	125.0	-8.9	5643.2	-5643.2	2952.6	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1245.8	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1245.8	0.0	0.0
3	0.00	8.50	6735.2	-485.2	3059.2	-217.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10512.3	-494.3	0.0	0.0	7476.3	347.7	9428.9	-1109.2	125.0	-8.9	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
3	1.50	10.00	7379.0	-373.2	3348.0	-167.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11489.0	-375.0	0.0	0.0	8471.4	423.6	10093.8	-1009.3	136.8	-6.8	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
4	0.00	10.00	7379.0	-373.2	3348.0	-167.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11489.0	-375.0	0.0	0.0	8471.4	423.6	10093.8	-1009.3	136.8	-6.8	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
4	5.00	15.00	8312.0	0.0	3766.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12841.0	-542.4	0.0	0.0	10486.4	699.0	10487.3	-699.3	153.9	0.0	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
5	0.00	15.00	8312.0	0.0	3766.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12841.0	-22.5	0.0	0.0	10485.5	699.0	10485.5	-699.0	153.9	0.0	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
5	5.00	20.00	7379.0	373.2	3348.0	167.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11490.9	374.7	0.0	0.0	10095.4	1009.3	8475.1	-423.8	136.8	6.8	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
6	0.00	20.00	7379.0	373.2	3348.0	167.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11489.0	375.0	0.0	0.0	10093.8	1009.3	8471.4	-423.6	136.8	6.8	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
6	1.50	21.50	6735.2	485.2	3059.2	217.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10512.3	494.3	0.0	0.0	9428.9	1109.2	7476.3	-347.7	125.0	8.9	5643.2	-5643.2	3416.2	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1480.2	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1480.2	0.0	0.0
7	0.00	21.50	6735.2	485.2	3059.2	217.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10512.3	494.3	0.0	0.0	9428.9	1109.2	7476.3	-347.7	125.0	8.9	5643.2	-5643.2	2952.6	0.0	0.0	-4057.6	4057.6	-1245.8	0.0	0.0	4057.6	-4057.6	1245.8	0.0	0.0
7	3.50	25.00	4594.3	738.2	2092.5	334.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7212.1	772.2	0.0	0.0	6775.7	1354.5	4580.0	-183.2	85.5	13.7	5388.0	-5388.0	2887.1	0.0	0.0	-3874.1	3874.1	-1229.3	0.0	0.0	3874.1	-3874.1	1229.3	0.0	0.0
8	0.00	25.00	4594.3	738.2	2092.5	334.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7208.7	1337.1	0.0	0.0	6773.0	1354.5	4575.0	-183.0	85.5	13.7	5388.0	-5388.0	2887.1	0.0	0.0	-3874.1	3874.1	-1229.3	0.0	0.0	3874.1	-3874.1	1229.3	0.0	0.0
8	5.00	30.00	0.0	1099.6	0.0	502.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	1734.5	0.0	0.0	4.4	1734.5	0.0	0.0	0.0	20.5	4877.7	-4877.7	2746.1	0.0	0.0	-3507.2	3507.2	-1192.7	0.0	0.0	3507.2	-3507.2	1192.7	0.0	0.0

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)</p>		
<p>CA349</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i></p>	

14 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati	Var	unità
coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
coefficiente eta	η	1.20
pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)	pan	0
Resistenza di progetto soletta	fcd	MPa 19.83
Tensione di snervamento acciaio armature soletta	fya	MPa 450

COMBINAZIONE C1Mmax

Sez	soletta			Armature soletta			piattabanda superiore			anima			piattabanda inferiore			TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σ_A (Mpa)	σ_B (Mpa)	σ_C (Mpa)	σ_D (Mpa)	σ_{As_inf} (Mpa)	σ_{As_sup} (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.6	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0826	0.772	0.0415	0.0537
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	212.3	204.4	-163.5	-170.3	-77.9	-99.1	-74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	212.3	204.4	-163.6	-170.3	-77.9	-99.1	-74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	304.7	293.8	-214.2	-223.5	-86.5	-114.2	-54.2	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	230.5	216.2	-203.4	-212.5	-86.4	-109.6	-46.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	251.4	235.9	-217.7	-227.6	-89.1	-113.9	-35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	251.4	235.9	-217.7	-227.6	-89.1	-113.9	-35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	281.1	264.0	-238.5	-249.4	-93.0	-120.0	-21.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	281.1	264.0	-238.5	-249.4	-93.0	-120.0	-0.9	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	251.5	236.0	-217.7	-227.6	-89.1	-114.0	35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	251.4	235.9	-217.7	-227.6	-89.1	-113.9	35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	230.5	216.2	-203.4	-212.5	-86.4	-109.6	46.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	304.7	293.9	-214.2	-223.5	-86.5	-114.2	36.9	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	212.4	204.5	-163.6	-170.3	-77.9	-99.1	56.8	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	212.3	204.4	-163.6	-170.3	-77.9	-99.1	74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	102.7	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0852	0.749	0.0429	0.0573

ONI EFFICACI				Analisi elastica														Analisi plastica														Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	IsI (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter						
																																				0.0	0.0	0.023	0.0	0.0	0.0
1	0.0562	0.0462	0.0447	0.0	0.0	0.023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	10598.3	24012.4	33581	3938.7	-8384.9	22515.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1622	0.35	0.47	0.00					
2							212.3	204.4	-163.5	-170.3	0.62	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53		0.00					
3							212.3	204.4	-163.6	-170.3	0.62	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53		0.00					
4							304.7	293.8	-214.2	-223.5	0.89	0.65	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1771	0.39		0.00					
5							230.5	216.2	-203.4	-212.5	0.66	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1206	0.38		0.00					
6							251.4	235.9	-217.7	-227.6	0.72	0.66	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29		0.00					
7							251.4	235.9	-217.7	-227.6	0.72	0.66	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29		0.00					
8							281.1	264.0	-238.5	-249.4	0.81	0.72	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	542	0.17		0.00					
9							281.1	264.0	-238.5	-249.4	0.81	0.72	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.8	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	22	0.01		0.00					
10							251.5	236.0	-217.7	-227.6	0.72	0.66	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29		0.00					
11							251.4	235.9	-217.7	-227.6	0.72	0.66	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29		0.00					
12							230.5	216.2	-203.4	-212.5	0.66	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1206	0.38		0.00					
13							304.7	293.9	-214.2	-223.5	0.89	0.65	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1206	0.26		0.00					
14							212.4	204.5	-163.6	-170.3	0.62	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1859	0.40		0.00					
15							212.3	204.4	-163.6	-170.3	0.62	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53		0.00					
16	0.0601	0.0466	0.0451	3.2	1.0	0.000	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	11764.1	24912.6	34461	3943.2	-8384.9	23437.7	0.00	0.00	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73	0.50	0.61					

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità
 coefficiente eta
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)
 Resistenza di progetto soletta
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

Var unità
 γM1 1.10
 η 1.20
 pan 0
 fcd MPa 19.83
 fya MPa 450

COMBINAZIONE C1Vmax

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.6	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0826	0.772	0.0415	0.0537
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	178.8	171.7	-161.4	-167.5	-73.4	-90.7	-27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	178.8	171.7	-161.4	-167.5	-73.4	-90.7	-27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	266.2	256.2	-212.0	-220.6	-81.6	-104.8	-11.1	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	200.8	187.5	-200.5	-209.0	-81.3	-101.0	-14.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	221.9	207.5	-214.9	-224.1	-84.1	-105.4	-4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	221.9	207.5	-214.9	-224.1	-84.1	-105.4	-4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	258.1	241.7	-236.3	-246.7	-89.1	-113.4	27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	258.1	241.7	-236.3	-246.7	-89.1	-113.4	27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	222.8	-216.4	-226.0	-86.8	-110.0	60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	222.8	-216.4	-226.0	-86.8	-110.0	60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	219.9	206.0	-202.4	-211.2	-84.6	-106.6	70.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	291.0	280.4	-213.4	-222.5	-84.7	-110.8	55.7	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	206.8	199.1	-163.2	-169.8	-77.1	-97.7	74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	206.8	199.0	-163.2	-169.8	-77.1	-97.7	74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	102.7	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0852	0.749	0.0429	0.0573

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isi (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																																				0.0
2							178.8	171.7	-161.4	-167.5	0.52	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20	0.00	
3							178.8	171.7	-161.4	-167.5	0.52	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20	0.00	
4							266.2	256.2	-212.0	-220.6	0.77	0.64	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	364	0.08	0.00	
5							200.8	187.5	-200.5	-209.0	0.57	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	364	0.12	0.00	
6							221.9	207.5	-214.9	-224.1	0.63	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04	0.00	
7							221.9	207.5	-214.9	-224.1	0.63	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04	0.00	
8							258.1	241.7	-236.3	-246.7	0.74	0.71	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22	0.00	
9							258.1	241.7	-236.3	-246.7	0.74	0.71	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22	0.00	
10							237.8	222.8	-216.4	-226.0	0.68	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49	0.00	
11							237.8	222.8	-216.4	-226.0	0.68	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49	0.00	
12							219.9	206.0	-202.4	-211.2	0.63	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1821	0.58	0.00	
13							291.0	280.4	-213.4	-222.5	0.85	0.64	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1821	0.40	0.00	
14							206.8	199.1	-163.2	-169.8	0.60	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53	0.00	
15							206.8	199.0	-163.2	-169.8	0.60	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53	0.00	
16	0.0601	0.0466	0.0451	3.2	1.0	0.000	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	11764.1	24912.6	34461	3943.2	-8384.9	23437.7	0.00	0.00	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73	0.50	0.61

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità
 coefficiente eta
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)
 Resistenza di progetto soletta
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

Var unità
 γM1 1.10
 η 1.20
 pan 0
 fcd MPa 19.83
 fya MPa 450

COMBINAZIONE C1Vmin

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI													
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-102.7	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0826	0.772	0.0415	0.0537
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	206.8	199.0	-163.2	-169.8	-77.1	-97.7	-74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	206.8	199.0	-163.2	-169.8	-77.1	-97.7	-74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	291.0	280.4	-213.4	-222.5	-84.7	-110.8	-55.7	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	219.9	206.0	-202.4	-211.2	-84.6	-106.6	-70.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	222.8	-216.4	-226.0	-86.8	-110.0	-60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	222.8	-216.4	-226.0	-86.8	-110.0	-60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	258.1	241.8	-236.3	-246.7	-89.1	-113.4	-27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	258.1	241.7	-236.3	-246.7	-89.1	-113.4	-27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	221.9	207.5	-214.9	-224.1	-84.1	-105.4	4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	221.9	207.5	-214.9	-224.1	-84.1	-105.4	4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	200.8	187.5	-200.5	-209.0	-81.3	-101.0	14.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	266.2	256.2	-212.0	-220.6	-81.6	-104.8	11.1	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	178.9	171.8	-161.4	-167.5	-73.4	-90.8	27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	178.8	171.7	-161.4	-167.5	-73.4	-90.7	27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.6	355.0	355.0	355.0	1.008	4	0.0688	0.768	0.0409	0.0533

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	IsI (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																																				0.0
1	0.0562	0.0462	0.0447	0.0	0.0	0.023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	10598.3	24012.4	33581	3938.7	-8384.9	22515.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73	0.47	0.58
2							206.8	199.0	-163.2	-169.8	0.60	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53		0.00
3							206.8	199.0	-163.2	-169.8	0.60	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53		0.00
4							291.0	280.4	-213.4	-222.5	0.85	0.64	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1821	0.40		0.00
5							219.9	206.0	-202.4	-211.2	0.63	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1821	0.58		0.00
6							237.8	222.8	-216.4	-226.0	0.68	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49		0.00
7							237.8	222.8	-216.4	-226.0	0.68	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49		0.00
8							258.1	241.8	-236.3	-246.7	0.74	0.71	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22		0.00
9							258.1	241.7	-236.3	-246.7	0.74	0.71	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.8	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22		0.00
10							221.9	207.5	-214.9	-224.1	0.64	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04		0.00
11							221.9	207.5	-214.9	-224.1	0.63	0.65	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04		0.00
12							200.8	187.5	-200.5	-209.0	0.57	0.61	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	364	0.12		0.00
13							266.2	256.2	-212.0	-220.6	0.77	0.64	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	364	0.08		0.00
14							178.9	171.8	-161.4	-167.5	0.52	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	903	0.20		0.00
15							178.8	171.7	-161.4	-167.5	0.52	0.49	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20		0.00
16	0.0558	0.0453	0.0439	0.0	0.0	0.019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	10598.3	24012.4	33581	3943.2	-8384.9	22515.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1622	0.35	0.47	0.00

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità
 coefficiente eta
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)
 Resistenza di progetto soletta
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

Var unità
 γM1 1.10
 η 1.20
 pan 0
 fcd MPa 19.83
 fya MPa 450

COMBINAZIONE C2Mmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI													
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	13.5	13.8	14.6	16.4	-49.6	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	197.7	191.5	-97.3	-102.6	-6.3	-18.8	-74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	197.7	191.6	-97.3	-102.6	-6.3	-18.9	-74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	290.0	280.9	-147.5	-155.3	-14.4	-33.3	-54.2	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	219.9	208.1	-137.0	-144.5	-14.7	-29.6	-46.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	240.8	227.9	-151.4	-159.6	-17.5	-33.9	-35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	240.8	227.9	-151.4	-159.6	-17.5	-33.9	-35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	270.5	255.9	-172.1	-181.4	-21.3	-40.0	-21.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	270.5	255.9	-172.1	-181.4	-21.3	-40.0	-0.9	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	240.9	227.9	-151.4	-159.6	-17.5	-34.0	35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	240.8	227.9	-151.4	-159.6	-17.5	-33.9	35.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	219.9	208.1	-137.0	-144.5	-14.7	-29.6	46.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	290.0	280.9	-147.5	-155.3	-14.4	-33.3	36.9	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	197.8	191.6	-97.3	-102.6	-6.3	-18.9	56.8	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	197.7	191.6	-97.3	-102.6	-6.3	-18.9	74.1	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.5	13.5	13.8	14.6	16.4	102.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																		Analisi plastica																		Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter														
																								Long	Isl (m4)																								
1							-2.9	-2.6	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3938.7	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1622	0.35	0.00														
2							197.7	191.5	-97.3	-102.6	0.58	0.30	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53	0.00														
3							197.7	191.6	-97.3	-102.6	0.58	0.30	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53	0.00														
4							290.0	280.9	-147.5	-155.3	0.84	0.45	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1771	0.39	0.00														
5							219.9	208.1	-137.0	-144.5	0.63	0.42	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1206	0.38	0.00														
6							240.8	227.9	-151.4	-159.6	0.69	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29	0.00														
7							240.8	227.9	-151.4	-159.6	0.69	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29	0.00														
8							270.5	255.9	-172.1	-181.4	0.78	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	542	0.17	0.00														
9							270.5	255.9	-172.1	-181.4	0.78	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.8	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	22	0.01	0.00														
10							240.9	227.9	-151.4	-159.6	0.69	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29	0.00														
11							240.8	227.9	-151.4	-159.6	0.69	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	922	0.29	0.00														
12							219.9	208.1	-137.0	-144.5	0.63	0.42	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1206	0.38	0.00														
13							290.0	280.9	-147.5	-155.3	0.84	0.45	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1206	0.26	0.00														
14							197.8	191.6	-97.3	-102.6	0.58	0.30	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1859	0.40	0.00														
15							197.7	191.6	-97.3	-102.6	0.58	0.30	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2424	0.53	0.00														
16							-2.9	-2.5	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3943.2	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73	0.00														

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità
 coefficiente eta
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)
 Resistenza di progetto soletta
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

Var unità
 γM1 1.10
 η 1.20
 pan 0
 fcd MPa 19.83
 fya MPa 450

COMBINAZIONE C2Vmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI													
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	13.5	13.8	14.6	16.4	-49.6	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	164.3	158.8	-95.1	-99.8	-1.8	-10.5	-27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	164.3	158.8	-95.1	-99.8	-1.8	-10.5	-27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	251.5	243.2	-145.2	-152.3	-9.5	-24.0	-11.1	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	190.2	179.5	-134.2	-141.0	-9.6	-21.0	-14.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	211.3	199.4	-148.6	-156.1	-12.4	-25.4	-4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	211.3	199.4	-148.6	-156.1	-12.4	-25.4	-4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	247.5	233.7	-170.0	-178.7	-17.4	-33.4	27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	247.5	233.7	-169.9	-178.7	-17.4	-33.4	27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	227.2	214.7	-150.1	-158.0	-15.1	-30.0	60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	227.2	214.7	-150.1	-158.0	-15.1	-30.0	60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	209.3	197.9	-136.0	-143.3	-12.9	-26.6	70.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	276.3	267.4	-146.7	-154.3	-12.6	-29.9	55.7	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	192.2	186.2	-97.0	-102.2	-5.6	-17.5	74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	192.2	186.2	-97.0	-102.2	-5.6	-17.5	74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.5	13.5	13.8	14.6	16.4	102.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																		Analisi plastica																		Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter														
																								Long	Isl (m4)																								
1							-2.9	-2.6	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3938.7	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1622	0.35	0.00														
2							164.3	158.8	-95.1	-99.8	0.48	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20	0.00														
3							164.3	158.8	-95.1	-99.8	0.48	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20	0.00														
4							251.5	243.2	-145.2	-152.3	0.73	0.44	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	364	0.08	0.00														
5							190.2	179.5	-134.2	-141.0	0.55	0.41	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	364	0.12	0.00														
6							211.3	199.4	-148.6	-156.1	0.61	0.45	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04	0.00														
7							211.3	199.4	-148.6	-156.1	0.61	0.45	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04	0.00														
8							247.5	233.7	-170.0	-178.7	0.71	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22	0.00														
9							247.5	233.7	-169.9	-178.7	0.71	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.8	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22	0.00														
10							227.2	214.7	-150.1	-158.0	0.65	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49	0.00														
11							227.2	214.7	-150.1	-158.0	0.65	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49	0.00														
12							209.3	197.9	-136.0	-143.3	0.60	0.41	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1821	0.58	0.00														
13							276.3	267.4	-146.7	-154.3	0.80	0.45	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1821	0.40	0.00														
14							192.2	186.2	-97.0	-102.2	0.56	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53	0.00														
15							192.2	186.2	-97.0	-102.2	0.56	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53	0.00														
16							-2.9	-2.5	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3943.2	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73	0.00														

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Dati
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità
 coefficiente eta
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)
 Resistenza di progetto soletta
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

Var unità
 γM1 1.10
 η 1.20
 pan 0
 fcd MPa 19.83
 fya MPa 450

COMBINAZIONE C2Vmin

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI													
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	13.5	13.8	14.6	16.4	-102.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
2	1.000	5.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	192.2	186.1	-97.0	-102.2	-5.6	-17.5	-74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
3	2.000	0.000	5.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	192.2	186.2	-97.0	-102.2	-5.6	-17.5	-74.7	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	276.3	267.4	-146.7	-154.3	-12.6	-29.9	-55.7	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	209.3	197.9	-136.0	-143.3	-12.9	-26.6	-70.7	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	227.2	214.7	-150.1	-158.0	-15.1	-30.0	-60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	227.2	214.7	-150.1	-158.0	-15.1	-30.0	-60.4	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	247.5	233.7	-170.0	-178.7	-17.4	-33.4	-27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	247.5	233.7	-169.9	-178.7	-17.4	-33.4	-27.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	211.3	199.5	-148.6	-156.1	-12.4	-25.4	4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	211.3	199.4	-148.6	-156.1	-12.4	-25.4	4.8	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.610	0.016	0.864	0.055	reagente	190.2	179.5	-134.2	-141.0	-9.6	-21.0	14.1	355.0	355.0	355.0	1.699	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.355	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	251.5	243.2	-145.2	-152.3	-9.5	-24.0	11.1	355.0	355.0	355.0	1.799	1				
14	7.000	3.500	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	164.3	158.9	-95.2	-99.8	-1.8	-10.5	27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
15	8.000	0.000	25.000	5.106	0.240	0.070	0.540	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	164.3	158.8	-95.1	-99.8	-1.8	-10.5	27.6	355.0	355.0	355.0	1.786	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.607	0.240	0.070	0.540	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.635	0.020	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	13.5	13.8	14.6	16.4	49.6	355.0	355.0	355.0	1.699	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-2.9	-2.6	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3938.7	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	3357	0.73		0.00									
2							192.2	186.1	-97.0	-102.2	0.56	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18094.9	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53		0.00									
3							192.2	186.2	-97.0	-102.2	0.56	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	2441	0.53		0.00									
4							276.3	267.4	-146.7	-154.3	0.80	0.45	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24628.9	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1821	0.40		0.00									
5							209.3	197.9	-136.0	-143.3	0.60	0.41	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1821	0.58		0.00									
6							227.2	214.7	-150.1	-158.0	0.65	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49		0.00									
7							227.2	214.7	-150.1	-158.0	0.65	0.46	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	1557	0.49		0.00									
8							247.5	233.7	-170.0	-178.7	0.71	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.9	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22		0.00									
9							247.5	233.7	-169.9	-178.7	0.71	0.52	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	29969.8	-9700.7	39397.7	0.76	0.76	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	699	0.22		0.00									
10							211.3	199.5	-148.6	-156.1	0.61	0.45	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27251.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04		0.00									
11							211.3	199.4	-148.6	-156.1	0.61	0.45	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	27249.2	-9700.7	39397.7	0.69	0.69	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	124	0.04		0.00									
12							190.2	179.5	-134.2	-141.0	0.55	0.41	0.00	0.00	26280.1	40276.2	65684	25328.2	-9700.7	39397.7	0.64	0.64	5.000	0	0	5.755	50.4	SI	1.38	0.659	3164	3164	364	0.12		0.00									
13							251.5	243.2	-145.2	-152.3	0.73	0.44	0.00	0.00	17828.9	33064.7	61438	24630.1	-9700.7	32240.4	0.76	0.76	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	364	0.08		0.00									
14							164.3	158.9	-95.2	-99.8	0.48	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18100.8	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	903	0.20		0.00									
15							164.3	158.8	-95.1	-99.8	0.48	0.29	0.00	0.00	17836.8	32929.0	60005	18097.4	-9262.1	32144.4	0.56	0.56	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	904	0.20		0.00									
16							-2.9	-2.6	13.5	13.8	0.01	0.04	0.00	0.00	16497.5	31061.2	56261	3943.2	-8384.9	30371.2	0.13	0.13	5.000	0	0	5.768	50.5	SI	1.12	0.753	4591	4591	1622	0.35		0.00									

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

Sez	INVILUPPI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	$\eta_{1,inf}$	$\eta_{1,sup}$	$\eta_{1,inf}$ grafico	$\eta_{1,sup}$ grafico	$\eta_{1,plast}$	η_1	η_3	η_{1_inter}
1	1.000	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.73	0.58
2	1.000	5.000	5.000	0.62	0.49	0.33	0.38	0.56	0.56	0.53	0.00
3	2.000	0.000	5.000	0.62	0.49	0.33	0.38	0.56	0.56	0.53	0.00
4	2.000	3.500	8.500	0.89	0.65	0.48	0.55	0.76	0.76	0.40	0.00
5	3.000	0.000	8.500	0.66	0.61	0.35	0.53	0.64	0.64	0.58	0.00
6	3.000	1.500	10.000	0.72	0.66	0.38	0.58	0.69	0.69	0.49	0.00
7	4.000	0.000	10.000	0.72	0.66	0.38	0.58	0.69	0.69	0.49	0.00
8	4.000	5.000	15.000	0.81	0.72	0.43	0.00	0.76	0.76	0.22	0.00
9	5.000	0.000	15.000	0.81	0.72	0.43	0.00	0.76	0.76	0.22	0.00
10	5.000	5.000	20.000	0.72	0.66	0.38	0.58	0.69	0.69	0.49	0.00
11	6.000	0.000	20.000	0.72	0.66	0.38	0.58	0.69	0.69	0.49	0.00
12	6.000	1.500	21.500	0.66	0.61	0.35	0.53	0.64	0.64	0.58	0.00
13	7.000	0.000	21.500	0.89	0.65	0.48	0.55	0.76	0.76	0.40	0.00
14	7.000	3.500	25.000	0.62	0.49	0.33	0.38	0.56	0.56	0.53	0.00
15	8.000	0.000	25.000	0.62	0.49	0.33	0.38	0.56	0.56	0.53	0.00
16	8.000	5.000	30.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.73	0.61

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)</p>		
<p>CA349</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i></p>	

**15 ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI
 DELLE TRAVI PRINCIPALI**

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi
Verifica delle saldature longitudinali
Verifica saldature longitudinali

resistenza a snervamento dell'acciaio delle anime
 Coefficiente beta 1
 Coefficiente beta 2

Var unità
 fy Mpa 355
 β1 0.70
 β2 0.85

Calcolo delle azioni per effetti locali

peso proprio soletta Qc1 kN/ml 42.1
 permanenti portati Qc2 kN/ml 24.2
 Carico accidentale fattorizzato per verifiche SLU Qik kN 150
 larghezza di diffusione in dir. longitudinale Ld m 1.20
 Carico accidentale distribuito Qik 125.0
 Fattore parziale per verifiche SLU γc 1.35
 Carico complessivo fattorizzato Qtot 258.3

Classe di resistenza a fatica per saldature longitudinali

Coefficiente di resistenza parziale γMf 1.35
 resistenza di calcolo a fatica Δτc/γMf Mpa 27.1

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	X lato (m)	a gola (m)	Vde (kN)	VERIFICHE SLU								VERIFICHE A FATICA						
							fibra B			fibra C					fibra B			fibra C			
							Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver SLU	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	σper (Mpa)	sid (Mpa)	Ver SLU	ΔVde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat
1	1.000	0.000	0.000	0.010	0.007	3356.8	0.53719	127.51	OK!	0.45827	108.77	18.27	110.3	OK!	406.3	0.53719	15.43	OK!	0.49823	14.31	OK!
2	1.000	5.000	5.000	0.010	0.007	2441.5	0.53719	92.74	OK!	0.45827	79.11	18.27	81.2	OK!	360.3	0.53719	13.68	OK!	0.50787	12.94	OK!
3	2.000	0.000	5.000	0.010	0.007	2441.2	0.53719	92.73	OK!	0.45827	79.10	18.27	81.2	OK!	360.2	0.53719	13.68	OK!	0.50787	12.93	OK!
4	2.000	3.500	8.500	0.010	0.007	1821.2	0.53719	69.18	OK!	0.45827	59.02	18.27	61.8	OK!	339.5	0.53719	12.90	OK!	0.51216	12.29	OK!
5	3.000	0.000	8.500	0.008	0.006	1820.9	0.58784	94.61	OK!	0.48800	78.54	22.83	81.8	OK!	339.4	0.58784	17.64	OK!	0.48455	14.54	OK!
6	3.000	1.500	10.000	0.008	0.006	1556.8	0.58784	80.89	OK!	0.48800	67.15	22.83	70.9	OK!	336.0	0.58784	17.46	OK!	0.48455	14.39	OK!
7	4.000	0.000	10.000	0.008	0.006	1556.8	0.58784	80.89	OK!	0.48800	67.15	22.83	70.9	OK!	336.0	0.58784	17.46	OK!	0.48455	14.39	OK!
8	4.000	5.000	15.000	0.008	0.006	699.3	0.58784	36.33	OK!	0.48800	30.16	22.83	37.8	OK!	333.8	0.58784	17.34	OK!	0.48455	14.30	OK!
9	5.000	0.000	15.000	0.008	0.006	699.0	0.58784	36.32	OK!	0.48800	30.15	22.83	37.8	OK!	333.7	0.58784	17.34	OK!	0.48455	14.29	OK!
10	5.000	5.000	20.000	0.008	0.006	1556.7	0.58784	80.89	OK!	0.48800	67.15	22.83	70.9	OK!	336.1	0.58784	17.46	OK!	0.48455	14.39	OK!
11	6.000	0.000	20.000	0.008	0.006	1556.8	0.58784	80.89	OK!	0.48800	67.15	22.83	70.9	OK!	336.0	0.58784	17.46	OK!	0.48455	14.39	OK!
12	6.000	1.500	21.500	0.008	0.006	1820.9	0.58784	94.61	OK!	0.48800	78.54	22.83	81.8	OK!	339.4	0.58784	17.64	OK!	0.48455	14.54	OK!
13	7.000	0.000	21.500	0.010	0.007	1820.9	0.53719	69.17	OK!	0.45827	59.01	18.27	61.8	OK!	339.4	0.53719	12.89	OK!	0.51216	12.29	OK!
14	7.000	3.500	25.000	0.010	0.007	2441.1	0.53719	92.73	OK!	0.45827	79.10	18.27	81.2	OK!	360.2	0.53719	13.68	OK!	0.50787	12.94	OK!
15	8.000	0.000	25.000	0.010	0.007	2441.2	0.53719	92.73	OK!	0.45827	79.10	18.27	81.2	OK!	360.2	0.53719	13.68	OK!	0.50787	12.93	OK!
16	8.000	5.000	30.000	0.010	0.007	3356.8	0.53719	127.51	OK!	0.45827	108.77	18.27	110.3	OK!	406.3	0.53719	15.43	OK!	0.49823	14.31	OK!

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

16 ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS - L=30 m - 3 Travi

Verifica delle piolature

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	γ_V		1.25
Diametro del piolo	d	mm	22
altezza del piolo	hsc	mm	220
resistenza a compressione cilindrica cls soletta	fck	Mpa	35
Modulo elastico cls soletta	Ec	Mpa	34077
coefficiente alpha	α		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min ($P_{RD,a}, P_{RD,c}$))	$P_{RD,SLU}$	kN	109.5
Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	$P_{RD,SLE}$	kN	82.1

Dati per verifiche a fatica - Danneggiamento equivalente	Var	unità	
Classe di resistenza a fatica per pioli (scorrimento)	$\Delta\tau_c$	Mpa	90.0
Classe di resistenza a fatica della piat. Sup. per effetto saldatura pioli	$\Delta\sigma_c$	Mpa	80.0
Coefficiente parziale amplificativo dei carichi	γ_{FF}		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	γ_{Mf}		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_c/(\gamma_{Mf} \times \gamma_{FF})$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_c/(\gamma_{Mf} \times \gamma_{FF})$	Mpa	69.6

Azioni concentrate alle estremità	kN	Ritiro	Var.Ter.+	Var.Ter.-
Sforzo normale	m	4265.4	-4089.3	4089.3
$\gamma_G-\gamma_{Gc}$	m	0.563	0.340	0.340
$\gamma_G-\gamma_{Ga}$	m2	0.573	0.796	0.796
A trave isolata	m2	0.085	0.085	0.085
A sezione composta	m4	0.172	0.285	0.285
I sezione composta	kN/m	0.09873	0.12097	0.12097
Sforzo assiale trave in acciaio	m	922.2	-442.1	442.1
lunghezza ls	kN	4.607	4.607	4.607
Vmax	m	400.3	-191.9	191.9
lunghezza totale viadotto		30	30	30

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var	unità	
tipo di traffico:	percorrenza	lunga	
Vita di progetto del ponte	t_{d}	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Q_{m1}	kN	445
numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla corsia	Nobs		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	λ_2		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_3		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_4		1.00
fattore lambda v 1	λ_{v1}		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	λ_{v2}		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_{v3}		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_{v4}		1.00
fattore lambda v	λ_v		1.437

coeff. Par. 1.20 coeff. Par. 0.90 coeff. Par. 0.90

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	TC n.inf	TC n.rit	TC n0	Geometria pioli		Verifiche SLU																Sd (kN)	c.u.	Cedimenti vincolari						
							passo pioli (m)	n. effettivo pioli per fila	Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni						Inviluppi	permanenti portati	Cedimenti vincolari				
									Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	Sdrit_code (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_code (kN)	SdDT+3 (kN)	SdDT-_code (kN)	SdDT-3 (kN)	SdCMmax (kN)	SdCMmin (kN)	SdCVmax (kN)	SdCVmin (kN)	Sdq5 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)					SdC1 Vmax (kN)	SdC2 Vmax (kN)	Sd (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)
1	1.000	0.000	0.000	0.49823	0.49439	0.56053	0.20	4	-250.2	0.0	0.0	237.5	0.0	-96.8	0.0	96.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-972.2	-11.5	72.6	-358.5	72.6	-1330.8	1330.8	0.61	-185.3	0.0	0.0		
2	1.000	5.000	5.000	0.50787	0.50425	0.56575	0.20	4	-170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-756.6	0.0	103.5	-766.5	-7.7	-934.4	-934.4	-944.3	-944.3	944.3	0.43	-126.0	0.0	0.0
3	2.000	0.000	5.000	0.50787	0.50425	0.56575	0.20	4	-170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-756.5	0.0	103.5	-766.3	-7.7	-934.2	-934.2	-944.1	-944.1	944.1	0.43	-126.0	0.0	0.0
4	2.000	3.500	8.500	0.51216	0.50864	0.56801	0.20	4	-111.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-601.6	0.0	197.5	-630.2	-5.1	-718.1	-718.1	-746.7	-746.7	746.7	0.34	-82.6	0.0	0.0
5	3.000	0.000	8.500	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	-105.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-267.4	0.0	188.1	-600.0	-4.8	-377.6	-377.6	-710.3	-710.3	710.3	0.43	-78.1	0.0	0.0
6	3.000	1.500	10.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	-81.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-202.9	0.0	229.1	-546.0	-3.7	-287.7	-287.7	-630.8	-630.8	630.8	0.38	-60.1	0.0	0.0
7	4.000	0.000	10.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	-81.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-202.9	0.0	229.1	-546.0	-3.7	-287.7	-287.7	-630.8	-630.8	630.8	0.38	-60.1	0.0	0.0
8	4.000	5.000	15.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-293.4	0.0	378.1	-378.3	0.0	-293.4	-293.4	-378.3	-378.3	378.3	0.23	0.0	0.0	0.0
9	5.000	0.000	15.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.2	0.0	378.1	-378.1	0.0	-12.2	-12.2	-378.1	-378.1	378.1	0.23	0.0	0.0	0.0
10	5.000	5.000	20.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	81.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.7	0.0	546.0	-229.3	3.7	287.5	287.5	630.8	630.8	630.8	0.38	60.1	0.0	0.0
11	6.000	0.000	20.000	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	81.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.9	0.0	546.0	-229.1	3.7	287.7	287.7	630.8	630.8	630.8	0.38	60.1	0.0	0.0
12	6.000	1.500	21.500	0.48455	0.48105	0.54093	0.20	3	105.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	267.4	0.0	600.0	-188.1	4.8	377.6	377.6	710.3	710.3	710.3	0.43	78.1	0.0	0.0
13	7.000	0.000	21.500	0.51216	0.50864	0.56801	0.20	4	111.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	280.8	0.0	630.1	-197.5	5.1	397.3	397.3	746.6	746.6	746.6	0.34	82.6	0.0	0.0
14	7.000	3.500	25.000	0.50787	0.50425	0.56575	0.20	4	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	436.9	0.0	766.3	-103.7	7.7	614.7	614.7	944.1	944.1	944.1	0.43	126.0	0.0	0.0
15	8.000	0.000	25.000	0.50787	0.50425	0.56575	0.20	4	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	756.5	0.0	766.3	-103.5	7.7	934.2	934.2	944.1	944.1	944.1	0.43	126.0	0.0	0.0
16	8.000	5.000	30.000	0.49823	0.49439	0.56053	0.20	4	250.2	0.0	0.0	-237.5	0.0	96.8	0.0	-96.8	0.0	0.0	0.0	972.2	0.0	972.2	0.0	11.5	-72.6	1330.8	-72.6	1330.8	1330.8	0.61	185.3	0.0	0.0

coeff. Par. 1.00 coeff. Par. 0.60 coeff. Par. 0.60

Modello di carico di fatica **LM3**

Verifiche SLE																	Verifiche a Fatica					Risultati							
Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Inviluppi															
azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin	Vento	C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax	Sd (kN)	c.u.	λ_1	λ_{max}	λ	$\Delta\tau E$	$\Delta\sigma E$	$\Delta\tau E/\Delta\tau_{rid} \leq 1.0$	$\Delta\sigma E/\Delta\sigma_{rid} \leq 1.0$	Interazione ≤ 1.3	c.u.	FS_max	Status	Condizione Dominante	
Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_code (kN)	SdDT+3 (kN)	SdDT-_code (kN)	SdDT-3 (kN)	SdCMmax (kN)	SdCMmin (kN)	SdCVmax (kN)	SdCVmin (kN)	Sdq5 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	Sd (kN)	c.u.													
197.9	0.0	-64.5	0.0	64.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-720.2	-7.7	69.4	-257.5	69.4	-977.7	977.7	0.60	0.00	0.00	0.00	59.3	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-560.5	0.0	76.7	-567.8	-5.2	-691.6	-691.6	-698.9	-698.9	698.9	0.43	0.00	0.00	0.00	52.9	0.0	0.68	0.00	0.68	0.68	0.68	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-560.3	0.0	76.7	-567.6	-5.2	-691.5	-691.5	-698.8	-698.8	698.8	0.43	0.00	0.00	0.00	52.9	0.0	0.68	0.00	0.68	0.68	0.68	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-445.6	0.0	146.3	-466.8	-3.4	-531.6	-531.6	-552.8	-552.8	552.8	0.34	0.00	0.00	0.00	49.6	0.0	0.63	0.00	0.63	0.63	0.63	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-198.1	0.0	139.3	-444.5	-3.2	-279.4	-279.4	-525.8	-525.8	525.8	0.43	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-150.3	0.0	169.7	-404.4	-2.5	-212.8	-212.8	-467.0	-467.0	467.0	0.38	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-150.3	0.0	169.7	-404.4	-2.5	-212.8	-212.8	-467.0	-467.0	467.0	0.38	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-217.3	0.0	280.1	-280.2	0.0	-217.3	-217.3	-280.2	-280.2	280.2	0.23	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	280.1	-280.1	0.0	-9.0	-9.0	-280.1	-280.1	280.1	0.23	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.1	0.0	404.4	-169.8	2.5	212.7	212.7	467.0	467.0	467.0	0.38	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.3	0.0	404.4	-169.7	2.5	212.8	212.8	467.0	467.0	467.0	0.38	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	198.1	0.0	444.5	-139.3	3.2	279.4	279.4	525.8	525.8	525.8	0.43	0.00	0.00	0.00	66.2	0.0	0.85	0.00	0.85	0.85	0.85	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	208.0	0.0	466.7	-146.3	3.4	293.9	293.9	552.6	552.6	552.6	0.34	0.00	0.00	0.00	49.6	0.0	0.63	0.00	0.63	0.63	0.63	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	323.6	0.0	567.6	-76.8	5.2	454.7	454.7	698.7	698.7	698.7	0.43	0.00	0.00	0.00	52.9	0.0	0.68	0.00	0.68	0.68	0.68	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	560.3	0.0	567.6	-76.7	5.2	691.5	691.5	698.8	698.8	698.8	0.43	0.00	0.00	0.00	52.9	0.0	0.68	0.00	0.68	0.68	0.68	OK!	Fatica	
-197.9	0.0	64.5	0.0	-64.5	0.0	720.2	0.0	720.2	0.0	7.7	-69.4	977.7	-69.4	977.7	977.7	0.60	0.00	0.00	0.00	59.3	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)</p>		
<p>CA349</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i></p>	

17 ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA DESTRA

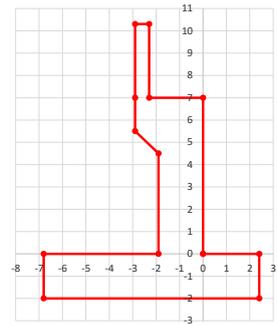
LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI01 SPALLA A DX

Dati e risoluzione della palificata

Caratteristiche geometriche elevazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	20.46	3.31	-2.30	0.00	7.00
Muro frontale - 2	2.90	2.90	20.46	1.50	0.00	0.00	5.50
Muro frontale - 3	2.90	1.90	20.46	1.00	0.00	0.00	4.50
Muro frontale - 4	1.90	1.90	20.46	4.50	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	3.90	3.90	0.75	2.73	-2.90	-9.86	7.00
Muro risolto posteriore sx - 2	3.90	3.90	0.75	1.50	-2.90	-9.86	5.50
Muro risolto posteriore sx - 3	3.90	4.90	0.75	1.00	-1.90	-9.86	4.50
Muro risolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	0.75	4.50	-1.90	-9.86	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	3.90	3.90	0.60	3.88	-2.90	9.93	7.00
Muro risolto posteriore dx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.90	9.93	5.50
Muro risolto posteriore dx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.90	9.73	4.50
Muro risolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	1.00	4.50	-1.90	9.73	0.00
Cordolo risolto sx	3.90	3.90	0.00	0.00	-2.90	-9.48	9.73
Cordolo risolto dx	3.90	3.90	0.25	0.50	-2.90	9.51	10.63
Orecchia sx - 1	0.00	0.00	0.75	0.00	-6.80	-9.86	9.73
Orecchia sx - 2	0.00	0.00	0.75	0.00	-6.80	-9.86	9.73
Orecchia dx - 1	0.00	0.00	0.75	0.00	-6.80	9.86	10.88
Orecchia dx - 2	0.00	0.00	0.75	0.00	-6.80	9.86	10.88



Caratteristiche geometriche fondazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	9.20	21.25	2.00	-2.40	0.00

Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	10.31
Area sezione trasversale	Afron	m ²	17.28
Volume c.a.	Vfron	mc	353.61
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.30
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	4.38
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto +Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	425.35
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.84
Ybaricentro	Yg ele	m	0.16
Zbaricentro	Zg ele	m	4.41

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	391.00
Xbaricentro	Xg fon	m	-4.60
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.00

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip_spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

Caratteristiche geometriche complessive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	3.90	3.90	19.11	3.31	-2.90	0.00	7.00
Rinterro - 2	3.90	3.90	19.11	1.50	-2.90	0.00	5.50
Rinterro - 3	3.90	4.90	18.71	1.00	-1.90	0.00	4.50
Rinterro - 4	4.90	4.90	18.71	4.50	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	852.99
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.94
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.89

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	20409
Momento longitudinale	Myg1	kNm	3808
Momento trasversale	Mxg1	kNm	1739.3
Peso terreno su fondazione			
Peso rinterro	Fzg2	kN	15354
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-35877
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	12348
Momento longitudinale	Myg3	kNm	50648
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	2147
Carico verticale	Fzg3	kN	1491
Momento longitudinale	Myg3	kNm	9260
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.2

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI01 SPALLA A DX

Dati e risoluzione della palificata

Fattore St		1.2
Fattore S	S	1.44
Valore di ag/g	ag/g	0.061
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.088
Coefficiente sismico verticale	kv	0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	1
---	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	v	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	12.31
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.8
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.2
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	9615.4
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	8935.9
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	9615.4
altezza di applicazione	H	kN	6.15
Momento longitudinale	MyDP	kNm	59159

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: **Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)**

Spinta del terreno	Es	kN	9615
Momento longitudinale	MyEs	kNm	59159
Forze inerziali			
<i>Sisma longitudinale</i>			
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	3141
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	16134
<i>Sisma trasversale</i>			
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	3141
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	16134
<i>Sisma verticale</i>			
Forza verticale	FzE.2z	kN	-1571
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	1408
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	-76

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni **9.75**
 Distanza asse appoggi - asse fondazione **1.20**

		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2204	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	886	264	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1986	4495	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1543	5507	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1986	-5891	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1543	-6664	0
q3	Frenatura	445	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	205	0	636	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	205	0	636	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	93	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	1764	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	296	0	549	0
Ez	Sisma verticale	0	0	224	0	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali

x = **4.60** coordinata x
 y = **-0.18** coordinata y
 z = **0.00** coordinata z

		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2204	386	-2644
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	20409	3572	-3808
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	886	419	-1063
g2b-sp	Perm.portati - Rinterro	0	0	15354	2687	35877
g3-sp	spinta statiche del terreno	12348	0	0	0	-50648
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1986	4843	-2383
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1543	5777	-1852
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1986	-5543	-2383
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1543	-6394	-1852
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	2147	0	1491	261	-9260
q3	Frenatura	445	0	0	0	-4339
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	205	0	2635	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	205	0	2635	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	93	0	0	0	-904
Ex	Sisma longitudinale	1764	0	0	0	-17199
Ey	Sisma trasversale	0	296	0	3435	0
Ez	Sisma verticale	0	0	224	39	-269
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	9615	0	0	0	-59159
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	3141	0	0	0	-16134

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI01 SPALLA A DX

Dati e risoluzione della palificata

My	-46889	-46889	-46173	-46173	-46889	-46889	-46173	-46173	-48818	-48818	-48281	-48281	-48818	-48818	-48281	-48281
S.L.U.																
Fx	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955
Fy	185	185	185	185	-184	-184	-184	-184	308	308	308	308	-307	-307	-307	-307
Fz	55970	55970	55522	55522	55970	55970	55522	55522	55970	55970	55522	55522	55970	55970	55522	55522
Mx	17075	17075	18021	18021	1816	1816	955	955	18656	18656	19602	19602	235	235	-626	-626
My	-42960	-42960	-42423	-42423	-42960	-42960	-42423	-42423	-42960	-42960	-42423	-42423	-42960	-42960	-42423	-42423
S.L.V.																
Fx	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	18955	E.x		E.y		E.z			
Fy	185	185	185	185	-184	-184	-184	-184	14613	14613	4449	4449	4449	4449		
Fz	55970	55970	55522	55522	55970	55970	55522	55522	1031	1031	3437	3437	1031	1031		
Mx	17075	17075	18021	18021	1816	1816	955	955	38448	39256	38448	39256	37506	40198		
My	-42960	-42960	-42423	-42423	-42960	-42960	-42423	-42423	13029	12840	26727	26539	13249	12620		
S.L.E.car																
Fx	14588	14588	14588	14588	14588	14588	14588	14588	14496	14496	14496	14496	14496	14496	14496	14051
Fy	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123
Fz	42328	42328	41886	41886	42328	42328	41886	41886	41459	41459	41128	41128	41459	41459	41128	41128
Mx	13749	13749	14683	14683	200	200	-650	-650	12473	12473	13173	13173	1521	1521	883	883
My	-34833	-34833	-34303	-34303	-34833	-34833	-34303	-34303	-36262	-36262	-35864	-35864	-36262	-36262	-35864	-31525
S.L.E.car																
Fx	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051
Fy	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123	205	205	205	205	-205	-205	-205	-205
Fz	41459	41459	41128	41128	41459	41459	41128	41128	41459	41459	41128	41128	41459	41459	41128	41128
Mx	12473	12473	13173	13173	1521	1521	883	883	13527	13527	14227	14227	467	467	-171	-171
My	-31923	-31923	-31525	-31525	-31923	-31923	-31525	-31525	-31923	-31923	-31525	-31525	-31923	-31923	-31525	-31525
S.L.E.car																
Fx	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	14051	12441	12441	12441	12441	12441	12441	12441	12441
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	-41	0	0	0	0
Fz	41459	41459	41128	41128	41459	41459	41128	41128	38852	38852	38852	38852	38852	38852	38852	38852
Mx	10892	10892	11592	11592	3102	3102	2464	2464	7064	7064	7591	6537	7064	7064		
My	-31922	-31922	-31525	-31525	-31922	-31922	-31525	-31525	-23190	-23190	-23190	-23190	-23190	-23190		

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasv Yp/Sjxi	long Yj	trasv Xp/Sjyi	long Xp/Sjyi	Plinto	X	Y
1	1	1.00	8.83	-3.60	9.00	81.00	12.9600	0.013	-0.023		0.00	10.63
2	1	1.00	5.23	-3.60	5.40	29.16	12.9600	0.008	-0.023		9.20	10.63
3	1	1.00	1.63	-3.60	1.80	3.24	12.96	0.003	-0.023		9.20	-10.63
4	1	1.00	-1.98	-3.60	-1.80	3.24	12.96	-0.003	-0.023		0.00	-10.63
5	1	1.00	-5.58	-3.60	-5.40	29.16	12.96	-0.008	-0.023		0.00	10.63
6	1	1.00	-9.18	-3.60	-9.00	81.00	12.96	-0.013	-0.023			
7	2	4.60	8.83	0.00	9.00	81.00	0.00	0.013	0.000			
8	2	4.60	5.23	0.00	5.40	29.16	0.00	0.008	0.000			
9	2	4.60	1.63	0.00	1.80	3.24	0.00	0.003	0.000			
10	2	4.60	-1.98	0.00	-1.80	3.24	0.00	-0.003	0.000			
11	2	4.60	-5.58	0.00	-5.40	29.16	0.00	-0.008	0.000			
12	2	4.60	-9.18	0.00	-9.00	81.00	0.00	-0.013	0.000			
13	3	8.20	8.83	3.60	9.00	81.00	12.96	0.013	0.023			
14	3	8.20	5.23	3.60	5.40	29.16	12.96	0.008	0.023			
15	3	8.20	1.63	3.60	1.80	3.24	12.96	0.003	0.023			
16	3	8.20	-1.98	3.60	-1.80	3.24	12.96	-0.003	0.023			
17	3	8.20	-5.58	3.60	-5.40	29.16	12.96	-0.008	0.023			
18	3	8.20	-9.18	3.60	-9.00	81.00	12.96	-0.013	0.023			
18	3					680.40	155.52					

S.L.U.																	
CARICO ASSIALE					q1		q3										
PALO	FILA																
1	1	2338	2338	2338	2338	2090	2090	2058	2058	2205	2205	2205	2205	2003	2003	1980	1980
2	1	2238	2238	2232	2232	2089	2089	2064	2064	2115	2115	2110	2110	1994	1994	1975	1975
3	1	2139	2139	2126	2126	2089	2089	2070	2070	2025	2025	2015	2015	1984	1984	1969	1969
4	1	2039	2039	2020	2020	2089	2089	2076	2076	1934	1934	1919	1919	1975	1975	1964	1964
5	1	1940	1940	1913	1913	2089	2089	2081	2081	1844	1844	1824	1824	1965	1965	1959	1959
6	1	1841	1841	1807	1807	2089	2089	2087	2087	1754	1754	1729	1729	1955	1955	1954	1954
7	2	3423	3423	3407	3407	3175	3175	3127	3127	3335	3335	3323	3323	3133	3133	3097	3097
8	2	3324	3324	3301	3301	3175	3175	3133	3133	3245	3245	3228	3228	3124	3124	3092	3092
9	2	3224	3224	3195	3195	3175	3175	3139	3139	3155	3155	3132	3132	3114	3114	3087	3087
10	2	3125	3125	3088	3088	3175	3175	3144	3144	3064	3064	3037	3037	3105	3105	3082	3082
11	2	3025	3025	2982	2982	3174	3174	3150	3150	2974	2974	2942	2942	3095	3095	3077	3077
12	2	2926	2926	2876	2876	3174	3174	3156	3156	2884	2884	2846	2846	3085	3085	3072	3072
13	3	4509	4509	4476	4476	4260	4260	4196	4196	4465	4465	4441	4441	4264	4264	4215	4215
14	3	4409	4409	4369	4369	4260	4260	4201	4201	4375	4375	4345	4345	4254	4254	4210	4210
15	3	4310	4310	4263	4263	4260	4260	4207	4207	4285	4285	4250	4250	4244	4244	4205	4205
16	3	4210	4210	4157	4157	4260	4260	4213	4213	4194	4194	4155	4155	4235	4235	4200	4200
17	3	4111	4111	4051	4051	4260	4260	4219	4219	4104	4104	4059	4059	4225	4225	4195	4195
18	3	4011	4011	3945	3945	4260	4260	4225	4225	4014	4014	3964	3964	4215	4215	4190	4190
Nmax		4509	4509	4476	4476	4260	4260	4225	4225	4465	4465	4441	4441	4264	4264	4215	4215
Nmin		1841	1841	1807	1807	2089	2089	2058	2058	1754	1754	1729	1729	1955	1955	1954	1954
TAGLIO																	
taglio Vx		1093	1093	1093	1093	1093	1093	1093	1093	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086
taglio Vy		10	10	10	10	-10	-10	-10	-10	10	10	10	10	-10	-10	-10	-10
v		1093	1087														

S.L.U.																	
CARICO ASSIALE					q4		q5										
PALO	FILA																
1	1	2341	2341	2341	2341	2139	2139	2115	2115	2362	2362	2362	2362	2118	2118	2094	2094
2	1	2251	2251	2246	2246	2129	2129	2110	2110	2263	2263	2258	2258	2117	2117	2098	2098
3	1	2160	2160	2150	2150	2120	2120	2105	2105	2164	2164	2154	2154	2116	2116	2101	2101
4	1	2070	2070	2055	2055	2110	2110	2100	2100	2066	2066	2051	2051	2114	2114	2104	2104
5	1																

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI01 SPALLA A DX

Dati e risoluzione della palificata

7	2	3335	3335	3323	3323	3133	3133	3097	3097	3356	3356	3344	3344	3113	3113	3076	3076
8	2	3245	3245	3228	3228	3124	3124	3092	3092	3258	3258	3240	3240	3111	3111	3080	3080
9	2	3155	3155	3132	3132	3114	3114	3087	3087	3159	3159	3136	3136	3110	3110	3083	3083
10	2	3064	3064	3037	3037	3105	3105	3082	3082	3060	3060	3033	3033	3109	3109	3086	3086
11	2	2974	2974	2942	2942	3095	3095	3077	3077	2961	2961	2929	2929	3108	3108	3090	3090
12	2	2884	2884	2846	2846	3085	3085	3072	3072	2863	2863	2825	2825	3106	3106	3093	3093
13	3	4330	4330	4305	4305	4128	4128	4079	4079	4351	4351	4326	4326	4107	4107	4058	4058
14	3	4239	4239	4210	4210	4118	4118	4074	4074	4252	4252	4222	4222	4106	4106	4062	4062
15	3	4149	4149	4114	4114	4109	4109	4069	4069	4153	4153	4118	4118	4105	4105	4065	4065
16	3	4059	4059	4019	4019	4099	4099	4064	4064	4055	4055	4015	4015	4103	4103	4068	4068
17	3	3968	3968	3924	3924	4089	4089	4059	4059	3956	3956	3911	3911	4102	4102	4072	4072
18	3	3878	3878	3828	3828	4080	4080	4054	4054	3857	3857	3807	3807	4101	4101	4075	4075
Nmax		4330	4330	4305	4305	4128	4128	4079	4079	4351	4351	4326	4326	4107	4107	4075	4075
Nmin		1889	1889	1864	1864	2091	2091	2090	2090	1868	1868	1843	1843	2112	2112	2094	2094
TAGLIO																	
taglio Vx		1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053
taglio Vy		10	10	10	10	-10	-10	-10	-10	17	17	17	17	-17	-17	-17	-17
V		1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053

S.L.U.										S.L.V.							
CARICO ASSIALE										E.x		E.y		E.z			
PALO										q7							
1	1	2341	2341	2341	2341	2139	2139	2115	2115	791	857	2471	2537	2213	2432		
2	1	2251	2251	2246	2246	2129	2129	2110	2110	722	789	2330	2396	2143	2366		
3	1	2160	2160	2150	2150	2120	2120	2105	2105	653	721	2188	2256	2073	2299		
4	1	2070	2070	2055	2055	2110	2110	2100	2100	584	653	2047	2116	2003	2232		
5	1	1979	1979	1960	1960	2101	2101	2095	2095	516	585	1906	1975	1933	2165		
6	1	1889	1889	1864	1864	2091	2091	2090	2090	447	517	1764	1835	1863	2098		
7	2	3335	3335	3323	3323	3133	3133	3097	3097	2308	2351	2490	2532	2259	2400		
8	2	3245	3245	3228	3228	3124	3124	3092	3092	2239	2283	2348	2392	2189	2333		
9	2	3155	3155	3132	3132	3114	3114	3087	3087	2170	2215	2207	2251	2119	2267		
10	2	3064	3064	3037	3037	3105	3105	3082	3082	2102	2147	2065	2111	2049	2200		
11	2	2974	2974	2942	2942	3095	3095	3077	3077	2033	2079	1924	1970	1979	2133		
12	2	2884	2884	2846	2846	3085	3085	3072	3072	1964	2011	1782	1830	1908	2066		
13	3	4330	4330	4305	4305	4128	4128	4079	4079	3825	3844	2508	2527	2304	2368		
14	3	4239	4239	4210	4210	4118	4118	4074	4074	3756	3777	2366	2387	2234	2301		
15	3	4149	4149	4114	4114	4109	4109	4069	4069	3688	3709	2225	2246	2164	2234		
16	3	4059	4059	4019	4019	4099	4099	4064	4064	3619	3641	2084	2106	2094	2168		
17	3	3968	3968	3924	3924	4089	4089	4059	4059	3550	3573	1942	1965	2024	2101		
18	3	3878	3878	3828	3828	4080	4080	4054	4054	3481	3505	1801	1825	1954	2034		
Nmax		4330	4330	4305	4305	4128	4128	4079	4079	3825	3844	2508	2537	2304	2432		
Nmin		1889	1889	1864	1864	2091	2091	2090	2090	447	517	1764	1825	1863	2034		
TAGLIO																	
taglio Vx		1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	812	812	247	247	247	247		
taglio Vy		10	10	10	10	-10	-10	-10	-10	57	57	191	191	57	57		
V		1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	814	814	312	312	254	254		

S.L.E.car										S.L.E.car							
CARICO ASSIALE										q1				q3			
PALO																	
1	1	1727	1727	1727	1727	1548	1548	1524	1524	1629	1629	1629	1629	1484	1484	1466	1567
2	1	1654	1654	1649	1649	1547	1547	1528	1528	1563	1563	1559	1559	1476	1476	1462	1562
3	1	1582	1582	1572	1572	1546	1546	1531	1531	1497	1497	1490	1490	1468	1468	1457	1557
4	1	1509	1509	1494	1494	1545	1545	1535	1535	1431	1431	1420	1420	1460	1460	1452	1553
5	1	1436	1436	1416	1416	1544	1544	1538	1538	1365	1365	1350	1350	1452	1452	1448	1548
6	1	1363	1363	1339	1339	1543	1543	1542	1542	1299	1299	1280	1280	1444	1444	1443	1543
7	2	2533	2533	2521	2521	2354	2354	2318	2318	2468	2468	2459	2459	2323	2323	2297	2297
8	2	2461	2461	2444	2444	2353	2353	2322	2322	2402	2402	2389	2389	2315	2315	2292	2292
9	2	2388	2388	2366	2366	2352	2352	2325	2325	2336	2336	2320	2320	2307	2307	2287	2287
10	2	2315	2315	2288	2288	2351	2351	2329	2329	2270	2270	2250	2250	2299	2299	2283	2283
11	2	2242	2242	2210	2210	2350	2350	2332	2332	2204	2204	2180	2180	2291	2291	2278	2278
12	2	2170	2170	2133	2133	2349	2349	2336	2336	2138	2138	2111	2111	2283	2283	2273	2273
13	3	3340	3340	3315	3315	3161	3161	3112	3112	3308	3308	3289	3289	3163	3163	3127	3026
14	3	3267	3267	3238	3238	3159	3159	3116	3116	3242	3242	3220	3220	3155	3155	3122	3022
15	3	3194	3194	3160	3160	3158	3158	3119	3119	3176	3176	3150	3150	3147	3147	3117	3017
16	3	3122	3122	3082	3082	3157	3157	3123	3123	3110	3110	3080	3080	3139	3139	3113	3012
17	3	3049	3049	3005	3005	3156	3156	3126	3126	3044	3044	3010	3010	3131	3131	3108	3008
18	3	2976	2976	2927	2927	3155	3155	3130	3130	2978	2978	2941	2941	3123	3123	3103	3003
Nmax		3340	3340	3315	3315	3161	3161	3130	3130	3308	3308	3289	3289	3163	3163	3127	3026
Nmin		1363	1363	1339	1339	1543	1543	1524	1524	1299	1299	1280	1280	1444	1444	1443	1543
TAGLIO																	
taglio Vx		810	810	810	810	810	810	810	810	805	805	805	805	805	805	805	781
taglio Vy		7	7	7	7	-7	-7	-7	-7	7	7	7	7	-7	-7	-7	-7
V		810	810	810	810	810	810	810	810	805	805	805	805	805	805	805	781

S.L.E.car										S.L.E.car							
CARICO ASSIALE										q4				q5			
PALO																	
1	1	1729	1729	1729	1729	1584	1584	1567	1567	1743	1743	1743	1743	1571	1571	1553	1553
2	1	1663	1663	1660	1660	1576	1576	1562	1562	1672	1672	1668	1668	1568	1568	1554	1554
3	1	1597	1597	1590	1590	1568	1568	1557	1557	1600	1600	1593	1593	1566	1566	1555	1555
4	1	1531	1531	1520	1520	1560	1560	1553	1553	1529	1529	1517	1517	1563	1563	1556	1556
5	1	1465	1465	1451	1451	1552	1552	1548	1548	1457	1457	1442	1442	1561	1561	1556	1556
6	1	1399	1399	1381	1381	1544	1544	1543	1543	1385	1385	1367	1367	1558	1558	1557	1557
7	2	2468	2468	2459	2459	2323	2323	2297	2297	2482	2482	2473	2473	2309	2309	2283	2283
8	2	2402	2402	2389	2389	2315	2315	2292	2292	2411	2411	2398	2398	2307	2307	2284	2284
9	2	2336	2336	2320	2320	2307	2307	2287	2287	2339	2339	2323	2323	2305	2305	2284	2284
10	2	2270	2270	2250	2250	2299	2299	2283	2283	2268	2268	2247	2247	2302	2302	2285	2285
11	2	2204	2204	2180	2180	2291	2291	2278	2278	2196	2196	217					

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI01 SPALLA A DX

Dati e risoluzione della palificata

7	2	2468	2468	2459	2459	2323	2323	2297	2297
8	2	2402	2402	2389	2389	2315	2315	2292	2292
9	2	2336	2336	2320	2320	2307	2307	2287	2287
10	2	2270	2270	2250	2250	2299	2299	2283	2283
11	2	2204	2204	2180	2180	2291	2291	2278	2278
12	2	2138	2138	2111	2111	2283	2283	2273	2273
13	3	3207	3207	3189	3189	3062	3062	3026	3026
14	3	3141	3141	3119	3119	3054	3054	3022	3022
15	3	3075	3075	3049	3049	3046	3046	3017	3017
16	3	3009	3009	2980	2980	3038	3038	3012	3012
17	3	2943	2943	2910	2910	3030	3030	3008	3008
18	3	2877	2877	2840	2840	3022	3022	3003	3003
Nmax		3207	3207	3189	3189	3062	3062	3026	3026
Nmin		1399	1399	1381	1381	1544	1544	1543	1543
TAGLIO									
taglio Vx		781	781	781	781	781	781	781	781
taglio Vy		7	7	7	7	-7	-7	-7	-7
V		781	781	781	781	781	781	781	781

S.L.freq											S.L.qp					
CARICO ASSIALE											q7		q5			
PALO											q1					
1	1	1708	1708	1708	1708	1605	1605	1588	1588	1715	1715	1722	1708	1715	1715	
2	1	1651	1651	1647	1647	1589	1589	1575	1575	1678	1678	1682	1674	1678	1678	
3	1	1593	1593	1586	1586	1573	1573	1562	1562	1640	1640	1642	1639	1640	1640	
4	1	1536	1536	1524	1524	1556	1556	1549	1549	1603	1603	1602	1604	1603	1603	
5	1	1478	1478	1463	1463	1540	1540	1536	1536	1566	1566	1561	1570	1566	1566	
6	1	1420	1420	1402	1402	1523	1523	1523	1523	1528	1528	1521	1535	1528	1528	
7	2	2447	2447	2438	2438	2344	2344	2317	2317	2252	2252	2259	2245	2252	2252	
8	2	2390	2390	2377	2377	2328	2328	2304	2304	2215	2215	2219	2210	2215	2215	
9	2	2332	2332	2316	2316	2311	2311	2291	2291	2177	2177	2179	2176	2177	2177	
10	2	2274	2274	2254	2254	2295	2295	2278	2278	2140	2140	2138	2141	2140	2140	
11	2	2217	2217	2193	2193	2279	2279	2265	2265	2102	2102	2098	2107	2102	2102	
12	2	2159	2159	2132	2132	2262	2262	2252	2252	2065	2065	2058	2072	2065	2065	
13	3	3186	3186	3168	3168	3083	3083	3047	3047	2789	2789	2796	2782	2789	2789	
14	3	3129	3129	3107	3107	3067	3067	3034	3034	2751	2751	2756	2747	2751	2751	
15	3	3071	3071	3045	3045	3050	3050	3021	3021	2714	2714	2715	2713	2714	2714	
16	3	3013	3013	2984	2984	3034	3034	3008	3008	2677	2677	2675	2678	2677	2677	
17	3	2956	2956	2923	2923	3018	3018	2995	2995	2639	2639	2635	2643	2639	2639	
18	3	2898	2898	2861	2861	3001	3001	2982	2982	2602	2602	2595	2609	2602	2602	
Nmax		3186	3186	3168	3168	3083	3083	3047	3047	2789	2789	2796	2782	2789	2789	
Nmin		1420	1420	1402	1402	1523	1523	1523	1523	1528	1528	1521	1535	1528	1528	
TAGLIO																
taglio Vx		781	781	781	781	781	781	781	781	691	691	691	691	691	691	
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	0	
V		781	781	781	781	781	781	781	781	691	691	691	691	691	691	

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4509	4509	3844	3340	3186	2789
Azione assiale minima	Nmin	447	1729	447	1280	1402	1528
Azione trasversale massima	Vmax	1093	1093	814	810	781	691

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	Ip	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	30000
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	3.98

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4509	3844	3340	3186	2789
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1729	447	1280	1402	1528
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax 1a	kNm	2177	1620	1614	1554	1376
Momento amplificato del 20%	Mmax 1a	kNm	2612	1945	1936	1865	1651
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax 1a	kN	1093	814	810	781	691

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

Carico verticale massimo agente sulla palificata	SLU	SLV
	57143	40198
Carico verticale medio agente sui pali	3175	2233

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.40
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.178
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza collaborante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.82
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.76
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1		1.08
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.36
fattore lambda (l2 / 0.9d) = arctan ψ	λ2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passio	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	14	26	0.079	7433
secondo strato dal basso	20	14	26	0.145	7433
terzo strato dal basso	20	14	26	0.211	7433
quarto strato dal basso	20	14	26	0.277	7433
Armatura effettivamente disposta			26	0.178	29732

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4508.7	0.0	1093.4	5459.5	13952	7453.3
SLU-SIS	3844.5	0.0	813.9	4536.8	11594	6193.7
				5459.5	13952	7453.3

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	29732	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	11634.3	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		47%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	25190.9	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		30%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σs
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

SLE-CARATTERISTICA 3339.8 0.0 810.5 4044.6 136

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 38% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
--	-------------	-------------	------------	------------	-------------------

SLE-FREQUENTE	3186.3	0.0	780.6	3866.2	130
---------------	--------	-----	-------	--------	-----

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 194.3
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 67% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
--	-------------	-------------	------------	------------	-------------------

SLE-QUASI PERMANENTE	2788.7	0.0	691.2	3391.7	114
----------------------	--------	-----	-------	--------	-----

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 155.6
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 73% **OK!**

MENSOLA POSTERIORE

Modello di calcolo:

Trave a mensola

Dati

	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	3.60
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	10	10	26	0.079	5309
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.145	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	5309

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	20	5	26	0.079	2655
secondo strato dal basso	0	0	26	0.145	0
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	2655

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	243.0	1191	2917.2
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	901.5	4417	10822.3
sommano			5608.0	13739.5

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	180.0	882	2160.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	667.8	3272	8016.5
sommano			4154.0	10177.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-1728.6	-2825.3	0.0	0.0	-4554	-7589.1
SLU-STR (MAX)	-2361.9	-3423.3	0.0	0.0	-5785	-10238.2
SLU-SIS (MIN)	-446.6	-1782.5	0.0	0.0	-2229	-2276.5
SLU-SIS (MAX)	-2536.9	-2531.9	0.0	0.0	-5069	-10653.4

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	1054	6150
SLU-STR (MAX)	-177	3501
SLU-SIS (MIN)	1925	7901
SLU-SIS (MAX)	-915	-476

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	293	1708
SLU-STR (MAX)	49	973
SLU-SIS (MIN)	535	2195
SLU-SIS (MAX)	254	-132

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	3244	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3592	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		61%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	195	
Si dispongono f26/20				
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2655	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-1796	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		7%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA						
	fac		p	V	M	
			kN/ml	kN	kNm	
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0		180.0	882	2160.9	
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0		667.8	3272	8016.5	
sommano				4154.0	10177.4	
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1280.4	-2096.7	0.0	0.0	-3377	-5622.7
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-1743.3	-2533.4	0.0	0.0	-4277	-7559.0
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					777	4555
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					-123	2618
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					216	1265
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					34	727
Tasso di lavoro armature superiori	σ _{sup}		Mpa	138		
Tasso di lavoro armature inferiori	σ _{inf}		Mpa	0		
Tensione massima ammissibile	σ _{s,max}		MPa	360		
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.			38%		OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.			0%		OK!
VERIFICA SLE-FREQUENTE						
	fac		p	V	M	
			kN/ml	kN	kNm	
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0		180.0	882	2160.9	
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0		667.8	3272	8016.5	
sommano				4154.0	10177.4	
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1401.8	-2058.0	0.0	0.0	-3460	-6084.4
SLE-FREQUENTE (MAX)	-1722.0	-2447.4	0.0	0.0	-4169	-7450.2
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)					694	4093
SLE-FREQUENTE (MAX)					-15	2727
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)					193	1137
SLE-FREQUENTE (MAX)					4	758

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	124	
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		64%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	180.0	882	2160.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	667.8	3272	8016.5
sommano			4154.0	10177.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-1528.2	-2065.0	0.0	0.0	-3593	-6579.5
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-1715.1	-2251.9	0.0	0.0	-3967	-7364.4

sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	561	3598
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	187	2813

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	156	999
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	52	781

Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	109	
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		70%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	F _{zg1}	kN	432
Momento longitudinale	M _{yg1}	kNm	-152
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	408
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	1400
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	88
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	453
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore S _s			1.20
Fattore S _t			1.20
Fattore S	S		1.44
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore b _m	β _m		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.088
Coefficiente sismico verticale	kv		0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	
	1	

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	10.31

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.810
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.249
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	317.4
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	294.9
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	317.4
altezza di applicazione	H	m	5.2
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	1635.2

Spinta massima in caso sismico

Spinte del terreno in caso sismico Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	168
altezza di applicazione	H	m	5.2
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	865

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	E _s	kN	317
Momento longitudinale	M _{yEs}	kNm	1635

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _{xq6.2x}	kN	38
Momento longitudinale	M _{yq6.2x}	kNm	166

Sisma verticale

Forza verticale	F _{zq6.2z}	kN	-19
Momento longitudinale	M _{yq6.2z}	kNm	7

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	7.75
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	108
g2a	Perm. portati - impalcato	0	43
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	97
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	75
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	97
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	75
q3	Frenatura	22	0
q7a	Var. termica positiva	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	5	0
Ex	Sisma longitudinale	86	0
Ez	Sisma verticale	0	11

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	108	0

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

g1-sp	Peso proprio spalla	0	432	152
g2a	Perm. portati - impalcato	0	43	0
g3-sp	g3-sp	408	0	-1400
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	97	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	75	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	97	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	75	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	88	0	-453
q3	Frenatura	22	0	-169
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	5	0	-35
Ex	Sisma longitudinale	86	0	-668
Ez	Sisma verticale	0	11	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	317	0	-1635
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	38	0	-166
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-19	-7

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1				S.L.U.				q3					
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

	S.L.U.				S.L.V.						
	e3				E.x		E.z				
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.E.car				S.L.E.car								
	q1				q3								
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.E.car			
	e3			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.freq				S.L.qp			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	q1				q3			
Fx	674	674	674	674	674	674	674	674
Fz	918	918	889	889	918	889	889	889
My	-2338	-2338	-2338	-2338	-2338	-2338	-2338	-2338

	S.L.U.				S.L.V.			
	q7				E.x		E.z	
Fx	645	645	645	645	446	446	137	137
Fz	885	885	864	864	581	585	575	591
My	-2185	-2185	-2185	-2185	-2354	-2350	-630	-617

	S.L.E.car				q3			
Fx	500	500	500	500	500	500	500	500
Fz	680	680	659	659	680	659	659	659
My	-1736	-1736	-1736	-1736	-1736	-1736	-1736	-1736

	S.L.E.car			
	q7			
Fx	478	478	478	478
Fz	656	656	640	640
My	-1622	-1622	-1622	-1622

	S.L.E.freq				S.L.E.qp	
Fx	478	478	478	478	412	412
Fz	656	656	640	640	583	583
My	-1622	-1622	-1622	-1622	-1283	-1283

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	26	0.081	5309
secondo strato	10	10	26	0.137	5309
Armatura effettivamente disposta			26	0.109	10619

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2413
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2354
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	3825

Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	10619	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	6698	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		36%	OK!

Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	674
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	446

VERIFICHE AGLI SLE-CAR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	105

Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		29% OK!

VERIFICHE AGLI SLE-FR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	95

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0,30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{lim}	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		49%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	75	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0,20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{lim}	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		48%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.88
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	7.68
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.64
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	7.2
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	404.4
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	849.1

Effetti dovuti al carico Q_{ik} sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b ₂	m	10.36
Carico verticale in testa al paraghiaia	Q _{ik}	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

Sollecitazioni alla base del paraghiaia

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	58.2	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	57.8	74.7
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	52.7	110.6
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	29.0	17.4	69.2
Sisma - forze inerziali	0.0	5.1	9.9
Spinta sismica del terreno	0.0	43.1	83.6

Armatura zona tesa paraghiaia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.076	3142
secondo strato	0	0	20	0.126	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.076	3142

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	1.35	0.00
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLU-STR	97.3	172.5	343.5
SLU-SIS	58.2	48.2	93.5

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1861	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		59%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	
Spinta statica del terreno	1.00	

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	87.2	127.8	254.4

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **172**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **48%** **OK!**

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-FREQUENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	79.9	110.3	209.5

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **141**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **222**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **64%** **OK!**

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	58.2	57.8	74.7

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **50**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **182**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **28%** **OK!**

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	10.88
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	γ		0.45
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale: $M_x = \text{fac}_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale: $M_y = \text{fac}_y \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti fac_x e fac_y sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

Effetti dovuti alla spinta delle terre

pressione orizzontale alla base	q	kN/mq	83.5
direzione orizzontale	γ	0.375	0.500
coefficiente fac _x	facM _x	0.166	0.134
coefficiente facV _x	facV _x	0.546	0.462
Momento flettente in direzione orizzontale	M _{xmax}	kNm	293.4
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _{xmax}	kN	202.8
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.38	0.50
coefficiente fac _y	facM _y	0.020	0.032
coefficiente facV _y	facV _y	0.419	0.483

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	268.8
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	415.4

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	8.68
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	9.38
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	3.1

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	18.8
direzione orizzontale	γ	0.38	0.50
coefficiente fac _x	facM _x	0.340	0.258
coefficiente facV _x	facV _x	1.102	1.114

Momento flettente in direzione orizzontale	M _x max	kNm	130.9
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _x band	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _x max	kN	102.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _x band	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.38	0.50
coefficiente fac _x	facM _y	0.059	0.105
coefficiente facV _y	facV _y	0.671	0.874

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	192.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	162.0

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q ₁	kN/mq	2.20
incremento di spinta delle terre	q ₂	kN/mq	17.2
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.4
direzione orizzontale	γ	0.38	0.50
coefficiente fac _x	facM _x	0.340	0.258

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e Verifica dei muri di risvolto

coefficiente facVx facVx 1.102 1.114 1.11

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	135.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	105.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale γ 0.38 0.50 0.45
 coefficiente facx facMy 0.059 0.105 **0.087**
 coefficiente facVy facVy 0.671 0.874 **0.793**

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	199.2
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	167.4

Riepilogo sollecitazioni sul muro

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	293.4	268.8	202.8	415.4
Spinta sovraccarichi accidentali	130.9	192.7	102.0	162.0
Spinta dovuta al sisma	135.3	199.2	105.4	167.4

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.062	3142
secondo strato	0	0	20	0.112	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.062	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	24	0.084	4524
secondo strato	0	0	24	0.138	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.084	4524

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
SLU-STR	572.9	623.1	411.4	779.5
SLU-SIS	428.8	468.0	308.2	582.8

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale Afh_min mmq/ml **1734**
 Armatura effettivamente adottata: Afs mmq 3142 **OK!**
 Momento Resistente dir. Orizzontale MR_h kNm/ml **1038**
 Coefficiente di utilizzo c.u. **55%** **OK!**

Armatura minima richiesta in dir. Verticale Afh_min mmq/ml **1931**
 Armatura effettivamente adottata: Afs mmq 4524 **OK!**
 Momento Resistente dir. Verticale MR_v kNm/ml **1459**
 Coefficiente di utilizzo c.u. **43%** **OK!**

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	1.00	
Spinta dovuta al sisma	0.00	

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-RARA	424.3	461.5

Tasso di lavoro armature orizzontali σ_{sh} Mpa **160**
 Tasso di lavoro armature verticali σ_{sv} Mpa **124**

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		44%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		34%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-FRE		
Spinta del terreno			1.00
Spinta sovraccarichi accidentali			0.75
Spinta dovuta al sisma			0.00

Combinazioni SLE-FREQUENTE

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-FRE	391.6	413.4

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	148	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	111	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		66%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		54%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Spinta del terreno			1.00
Spinta sovraccarichi accidentali			0.00
Spinta dovuta al sisma			0.00

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-QP	293.4	268.8

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	111	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	72	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		61%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		44%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
 Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrsv_h	Mrsv_v
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	534.7	674.3	172.5	411.4	779.5
Dati							
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	1.90	0.60	0.75	0.75
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.00	1.90	0.60	0.75	0.75
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.079	0.109	0.076	0.062	0.084
altezza utile della sezione	d	m	1.92	1.79	0.52	0.69	0.67
Compressione agente nella sezione							
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata	Asl	mmq	5309	10619	3142	3142	4524
Coefficiente k	k	m	1.32	1.33	1.62	1.54	1.55
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00276	0.00593	0.00600	0.00457	0.00679
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	630.5	764.8	272.3	310.7	345.3
			OK	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	10450.2	9743.0	2850.6	3742.7	3623.0
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12
passo staffe	scp	m	1.20	0.40	0.40	0.40	0.20
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1131	283	196	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	1594.1	1114.7	226.5	428.2	829.0
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	5405.0	5039.2	1474.4	1935.8	1873.9
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1594.1	1114.7	226.5	428.2	829.0
			OK	OK	OK	OK	OK

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
<p>CA349</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i></p>	

**18 ALLEGATO 8 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER
 CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI
 ASSIALI**

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS **OPERA: VI01** **ALLINEAMENTI: SPA**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)media / ξ3; (Rbc,cal)min / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)media / ξ3; (Rsc,cal)min / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c<0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' < 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qp,max1 = Nspt x αN con:
 αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose
 [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa
Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			57.0
Tensione efficace in testa palo			57.0

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	5
coefficiente ξ	1.50

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	SL1	0.0	5.0	SL		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	19.0	50	150	85	4250	4250	50
2	SL2	5.0	14.0	SL		34.0	1.00	1.00	0.0	34.0	19.0	50	150	85	4250	4250	50
3	CMF	14.0	20.0	R	15000		1.00	1.00	15000.0	0.0	20.0		815			9000	
4	CM	20.0	50.0	R	20000		1.00	1.00	20000.0	0.0	21.0		941			12000	
5																	
6																	

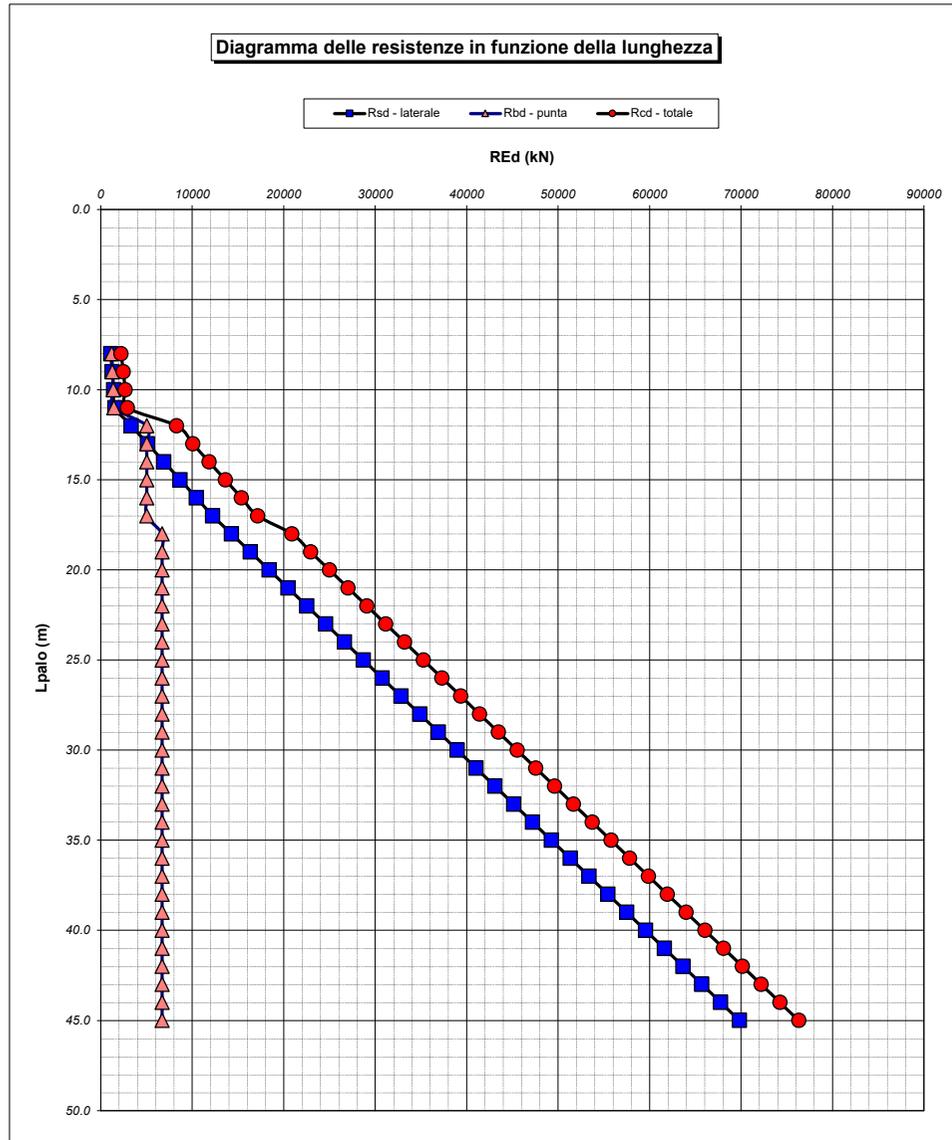
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS **OPERA: VI01** **ALLINEAMENTI: SPA**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud - qud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	3.0	0.0			19.0	19.0		57.0	57.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	76.0	66.2	0.827	150	50.9	192	10.0		4250	664.0	751	111	371	7	475	85
1	SL	5.0	2.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	95.0	75.4	0.774	150	54.8	399	10.0		4250	753.2	852	231	421	14	638	175
2	SL	6.0	3.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	114.0	84.6	0.728	150	58.2	618	16.8		4250	1421.7	1608	358	794	20	1132	271
2	SL	7.0	4.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	133.0	93.8	0.686	150	61.2	849	16.7		4250	1567.6	1773	492	876	27	1340	372
2	SL	8.0	5.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	152.0	103.0	0.648	150	63.8	1089	16.6		4250	1711.9	1936	631	956	34	1553	476
2	SL	9.0	6.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	171.0	112.1	0.613	150	66.0	1338	16.5		4250	1854.5	2097	775	1036	41	1771	584
2	SL	10.0	7.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	190.0	121.3	0.581	150	67.8	1593	16.4		4250	1995.4	2257	924	1114	48	1991	694
2	SL	11.0	8.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	209.0	130.5	0.551	150	69.4	1855	16.4		4250	2134.7	2414	1075	1192	54	2213	807
2	SL	12.0	9.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	228.0	139.7	0.522	150	70.6	2121	16.3		4250	2272.3	2570	1230	1269	61	2438	922
2	SL	13.0	10.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	247.0	148.9	0.495	150	71.5	2391	16.2		4250	2408.2	2724	1386	1345	68	2663	1038
2	SL	14.0	11.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	266.0	158.1	0.470	150	72.1	2662	16.1		4250	2542.4	2875	1543	1420	75	2889	1155
3	R	15.0	12.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	286.0	168.3	0.445	815	815.2	5736		9000.0	9000	9000.0	10179	3325	5027	80	8271	2408
3	R	16.0	13.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	306.0	178.5	0.422	815	815.2	8809		9000.0	9000	9000.0	10179	5107	5027	86	10047	3661
3	R	17.0	14.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	326.0	188.7	0.399	815	815.2	11882		9000.0	9000	9000.0	10179	6888	5027	92	11823	4913
3	R	18.0	15.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	346.0	198.9	0.378	815	815.2	14955		9000.0	9000	9000.0	10179	8670	5027	97	13599	6166
3	R	19.0	16.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	366.0	209.0	0.357	815	815.2	18028		9000.0	9000	9000.0	10179	10451	5027	103	15375	7419
3	R	20.0	17.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	386.0	219.2	0.337	815	815.2	21102		9000.0	9000	9000.0	10179	12233	5027	109	17151	8672
4	R	21.0	18.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	407.0	230.4	0.317	941	941.3	24650		12000.0	12000	12000.0	13572	14290	6702	113	20879	10116
4	R	22.0	19.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	428.0	241.6	0.299	941	941.3	28199		12000.0	12000	12000.0	13572	16347	6702	118	22932	11561
4	R	23.0	20.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	449.0	252.8	0.280	941	941.3	31747		12000.0	12000	12000.0	13572	18404	6702	122	24984	13005
4	R	24.0	21.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	470.0	264.0	0.263	941	941.3	35296		12000.0	12000	12000.0	13572	20461	6702	127	27037	14450
4	R	25.0	22.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	491.0	275.2	0.250	941	941.3	38845		12000.0	12000	12000.0	13572	22519	6702	131	29090	15894
4	R	26.0	23.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	512.0	286.4	0.250	941	941.3	42393		12000.0	12000	12000.0	13572	24576	6702	136	31142	17339
4	R	27.0	24.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	533.0	297.6	0.250	941	941.3	45942		12000.0	12000	12000.0	13572	26633	6702	140	33195	18783
4	R	28.0	25.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	554.0	308.8	0.250	941	941.3	49491		12000.0	12000	12000.0	13572	28690	6702	145	35247	20228
4	R	29.0	26.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	575.0	319.9	0.250	941	941.3	53039		12000.0	12000	12000.0	13572	30747	6702	149	37300	21672
4	R	30.0	27.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	596.0	331.1	0.250	941	941.3	56588		12000.0	12000	12000.0	13572	32805	6702	154	39353	23117
4	R	31.0	28.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	617.0	342.3	0.250	941	941.3	60136		12000.0	12000	12000.0	13572	34862	6702	158	41405	24562
4	R	32.0	29.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	638.0	353.5	0.250	941	941.3	63685		12000.0	12000	12000.0	13572	36919	6702	163	43458	26006
4	R	33.0	30.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	659.0	364.7	0.250	941	941.3	67234		12000.0	12000	12000.0	13572	38976	6702	167	45511	27451
4	R	34.0	31.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	680.0	375.9	0.250	941	941.3	70782		12000.0	12000	12000.0	13572	41033	6702	172	47563	28895
4	R	35.0	32.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	701.0	387.1	0.250	941	941.3	74331		12000.0	12000	12000.0	13572	43090	6702	176	49616	30340
4	R	36.0	33.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	722.0	398.3	0.250	941	941.3	77879		12000.0	12000	12000.0	13572	45148	6702	181	51669	31784
4	R	37.0	34.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	743.0	409.5	0.250	941	941.3	81428		12000.0	12000	12000.0	13572	47205	6702	185	53721	33229
4	R	38.0	35.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	764.0	420.7	0.250	941	941.3	84977		12000.0	12000	12000.0	13572	49262	6702	190	55774	34673
4	R	39.0	36.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	785.0	431.8	0.250	941	941.3	88525		12000.0	12000	12000.0	13572	51319	6702	195	57827	36118
4	R	40.0	37.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	806.0	443.0	0.250	941	941.3	92074		12000.0	12000	12000.0	13572	53376	6702	199	59879	37562
4	R	41.0	38.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	827.0	454.2	0.250	941	941.3	95623		12000.0	12000	12000.0	13572	55433	6702	204	61932	39007
4	R	42.0	39.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	848.0	465.4	0.250	941	941.3	99171		12000.0	12000	12000.0	13572	57491	6702	208	63985	40451
4	R	43.0	40.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	869.0	476.6	0.250	941	941.3	102720		12000.0	12000	12000.0	13572	59548	6702	213	66037	41896
4	R	44.0	41.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	890.0	487.8	0.250	941	941.3	106268		12000.0	12000	12000.0	13572	61605	6702	217	68090	43341
4	R	45.0	42.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	911.0	499.0	0.250	941	941.3	109817		12000.0	12000	12000.0	13572	63662	6702	222	70142	44785
4	R	46.0	43.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	932.0	510.2	0.250	941	941.3	113366		12000.0	12000	12000.0	13572	65719	6702	226	72195	46230
4	R	47.0	44.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	953.0	521.4	0.250	941	941.3	116914		12000.0	12000	12000.0	13572	67776	6702	231	74248	47674
4	R	48.0	45.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	974.0	532.6	0.250	941	941.3	120463		12000.0	12000	12000.0	13572	69834	6702	235	76300	49119

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPA
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ecd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPA DX	16.0	10451	5027	15375	4509	29%	7419	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$Rcd,gr = npali \times \eta \times Rcd$$

in cui:

npali:

η

Rcd

è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA DX	1.20	3.60	18	3	6	0.69	191717	57143	30%

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01 ALLINEAMENTI: SPA
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb; Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs; Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb; Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs; Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo allgerito

Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) A_p Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu

Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:

Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:

α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose
 [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)]
 e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:

1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-gliaiosi e ghiaiosi

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

Tensione totale in testa palo	kPa	σ _{vi}	54.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ' _{v1}	54.0

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	5
coefficiente ξ	1.34

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

		COMBINAZIONE M1															
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kn/m ³	Nspt side	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa	Nspt base
1	SL1	0.0	5.0	SL		25.0	1.00	1.00	0.0	25.0	18.0	50	150	85	850	850	10
2	SL2	5.0	14.0	SL		27.0	1.00	1.00	0.0	27.0	18.0	50	150	85	2550	2550	30
3	CMF	14.0	20.0	R	3000		1.00	1.00	3000.0	0.0	19.0		365			1800	
4	CM	20.0	50.0	R	5000		1.00	1.00	5000.0	0.0	20.0		471			3000	
5																	
6																	

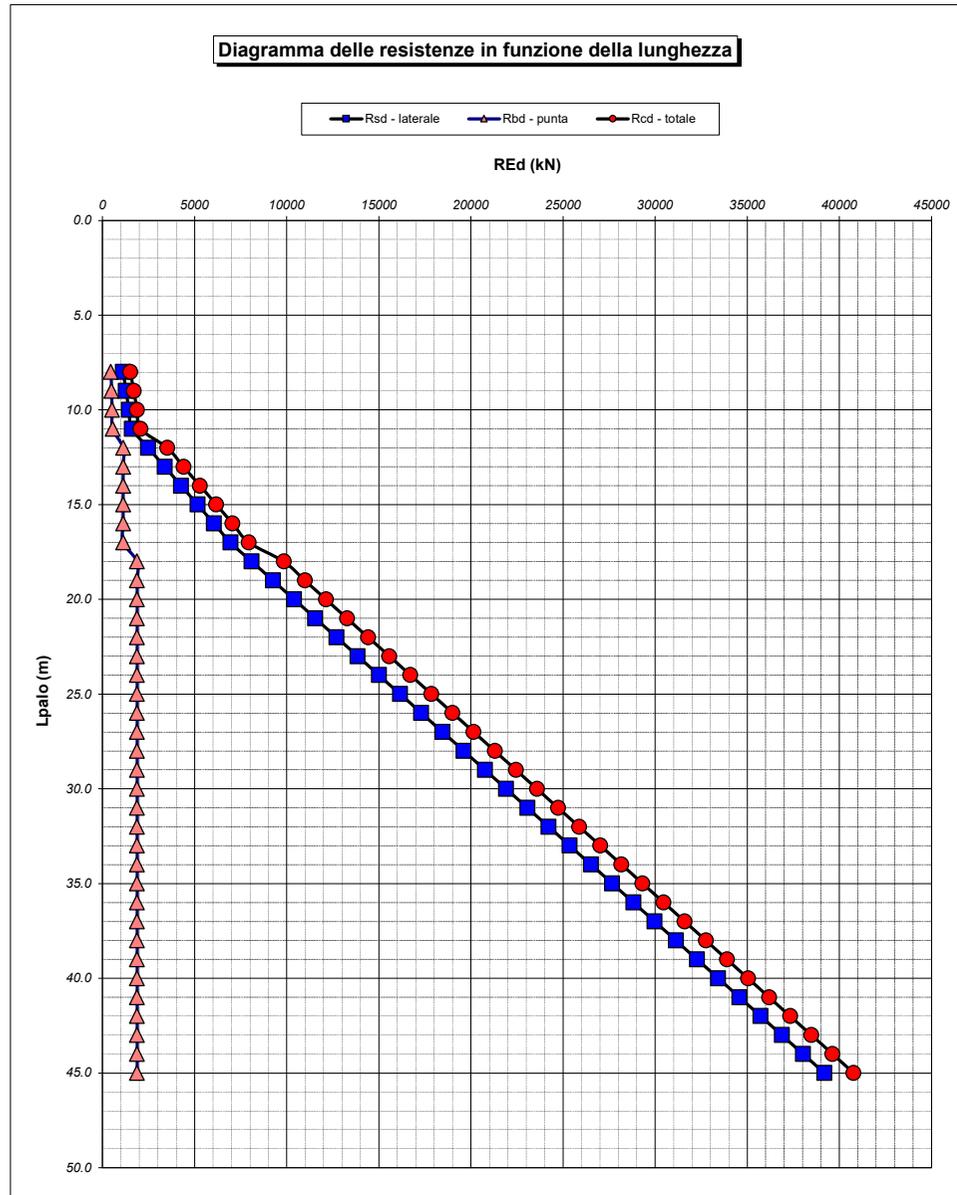
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01 ALLINEAMENTI: SPA
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	3.0	0.0			18.0	18.0		54.0	54.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	72.0	62.2	0.827	150	48.1	181	3.9		850	244.9	277	118	153	8	263	90
1	SL	5.0	2.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	90.0	70.4	0.774	150	51.3	375	4.0		850	279.1	316	243	174	16	402	186
2	SL	6.0	3.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	108.0	78.6	0.728	150	54.2	579	6.1		2550	481.2	544	376	301	24	653	287
2	SL	7.0	4.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	126.0	86.8	0.686	150	56.7	793	6.1		2550	531.7	601	514	332	32	815	392
2	SL	8.0	5.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	144.0	95.0	0.648	150	58.9	1015	6.1		2550	582.3	659	658	364	40	983	501
2	SL	9.0	6.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	162.0	103.1	0.613	150	60.8	1244	6.1		2550	633.0	716	807	396	48	1155	612
2	SL	10.0	7.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	180.0	111.3	0.581	150	62.3	1479	6.1		2550	683.7	773	960	427	55	1332	727
2	SL	11.0	8.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	198.0	119.5	0.551	150	63.6	1718	6.1		2550	734.4	831	1115	459	63	1511	844
2	SL	12.0	9.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	216.0	127.7	0.522	150	64.6	1962	6.1		2550	785.3	888	1273	491	71	1693	962
2	SL	13.0	10.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	234.0	135.9	0.495	150	65.3	2208	6.2		2550	836.2	946	1433	523	79	1876	1082
2	SL	14.0	11.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	252.0	144.1	0.470	150	65.8	2456	6.2		2550	887.2	1003	1594	555	87	2061	1203
3	R	15.0	12.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	271.0	153.3	0.445	365	364.6	3830		1800.0	1800	1800.0	2036	2486	1125	94	3517	1834
3	R	16.0	13.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	290.0	162.5	0.422	365	364.6	5205		1800.0	1800	1800.0	2036	3377	1125	101	4402	2465
3	R	17.0	14.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	309.0	171.7	0.399	365	364.6	6579		1800.0	1800	1800.0	2036	4269	1125	107	5287	3096
3	R	18.0	15.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	328.0	180.9	0.378	365	364.6	7953		1800.0	1800	1800.0	2036	5161	1125	114	6172	3727
3	R	19.0	16.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	347.0	190.0	0.357	365	364.6	9328		1800.0	1800	1800.0	2036	6053	1125	121	7057	4358
3	R	20.0	17.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	366.0	199.2	0.337	365	364.6	10702		1800.0	1800	1800.0	2036	6945	1125	128	7943	4989
4	R	21.0	18.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	386.0	209.4	0.317	471	470.7	12477		3000.0	3000	3000.0	3393	8096	1876	133	9839	5801
4	R	22.0	19.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	406.0	219.6	0.299	471	470.7	14251		3000.0	3000	3000.0	3393	9248	1876	139	10984	6613
4	R	23.0	20.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	426.0	229.8	0.280	471	470.7	16025		3000.0	3000	3000.0	3393	10399	1876	145	12130	7424
4	R	24.0	21.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	446.0	240.0	0.263	471	470.7	17799		3000.0	3000	3000.0	3393	11551	1876	150	13276	8236
4	R	25.0	22.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	466.0	250.2	0.250	471	470.7	19574		3000.0	3000	3000.0	3393	12702	1876	156	14421	9047
4	R	26.0	23.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	486.0	260.4	0.250	471	470.7	21348		3000.0	3000	3000.0	3393	13853	1876	162	15567	9859
4	R	27.0	24.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	506.0	270.6	0.250	471	470.7	23122		3000.0	3000	3000.0	3393	15005	1876	167	16713	10671
4	R	28.0	25.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	526.0	280.8	0.250	471	470.7	24897		3000.0	3000	3000.0	3393	16156	1876	173	17859	11482
4	R	29.0	26.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	546.0	290.9	0.250	471	470.7	26671		3000.0	3000	3000.0	3393	17308	1876	179	19004	12294
4	R	30.0	27.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	566.0	301.1	0.250	471	470.7	28445		3000.0	3000	3000.0	3393	18459	1876	184	20150	13106
4	R	31.0	28.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	586.0	311.3	0.250	471	470.7	30220		3000.0	3000	3000.0	3393	19610	1876	190	21296	13917
4	R	32.0	29.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	606.0	321.5	0.250	471	470.7	31994		3000.0	3000	3000.0	3393	20762	1876	196	22442	14729
4	R	33.0	30.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	626.0	331.7	0.250	471	470.7	33768		3000.0	3000	3000.0	3393	21913	1876	201	23587	15541
4	R	34.0	31.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	646.0	341.9	0.250	471	470.7	35543		3000.0	3000	3000.0	3393	23065	1876	207	24733	16352
4	R	35.0	32.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	666.0	352.1	0.250	471	470.7	37317		3000.0	3000	3000.0	3393	24216	1876	213	25879	17164
4	R	36.0	33.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	686.0	362.3	0.250	471	470.7	39091		3000.0	3000	3000.0	3393	25367	1876	218	27025	17975
4	R	37.0	34.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	706.0	372.5	0.250	471	470.7	40865		3000.0	3000	3000.0	3393	26519	1876	224	28170	18787
4	R	38.0	35.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	726.0	382.7	0.250	471	470.7	42640		3000.0	3000	3000.0	3393	27670	1876	230	29316	19599
4	R	39.0	36.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	746.0	392.8	0.250	471	470.7	44414		3000.0	3000	3000.0	3393	28822	1876	235	30462	20410
4	R	40.0	37.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	766.0	403.0	0.250	471	470.7	46188		3000.0	3000	3000.0	3393	29973	1876	241	31608	21222
4	R	41.0	38.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	786.0	413.2	0.250	471	470.7	47963		3000.0	3000	3000.0	3393	31124	1876	247	32753	22034
4	R	42.0	39.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	806.0	423.4	0.250	471	470.7	49737		3000.0	3000	3000.0	3393	32276	1876	252	33899	22845
4	R	43.0	40.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	826.0	433.6	0.250	471	470.7	51511		3000.0	3000	3000.0	3393	33427	1876	258	35045	23657
4	R	44.0	41.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	846.0	443.8	0.250	471	470.7	53286		3000.0	3000	3000.0	3393	34579	1876	264	36191	24469
4	R	45.0	42.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	866.0	454.0	0.250	471	470.7	55060		3000.0	3000	3000.0	3393	35730	1876	269	37336	25280
4	R	46.0	43.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	886.0	464.2	0.250	471	470.7	56834		3000.0	3000	3000.0	3393	36881	1876	275	38482	26092
4	R	47.0	44.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	906.0	474.4	0.250	471	470.7	58609		3000.0	3000	3000.0	3393	38033	1876	280	39628	26903
4	R	48.0	45.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	926.0	484.6	0.250	471	470.7	60383		3000.0	3000	3000.0	3393	39184	1876	286	40774	27715

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS
 OPERA: VI01
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPA
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPA DX	16.0	6053	1125	7057	4509	64%	4358	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo $R_{cd,gr}$ viene determinata in base alla seguente espressione:
 $R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$
 in cui:
 n_{pali} :
 η
 R_{cd} è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata
 L'efficienza della η Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione
 Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \quad m \quad n}$$
 nella quale:
 i interasse tra i pali
 d diametro dei pali
 m numero di file
 n numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA DX	1.20	3.60	18	3	6	0.69	88003	57143	65%

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS **OPERA: VI01** **ALLINEAMENTI: SPB**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo allgerito

Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cis e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cis} - γ_{nat}) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base appresso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c<>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa
Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1,20 >= β = 1,50 - 0,42 z^{0,34} >= 0,25 per i depositi sabbiosi
 1,80 >= β = 2,0 - 0,15 z^{0,75} >= 0,25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0,32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

Tensione totale in testa palo	kPa	σ _{vi}	57.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ' _v	57.0

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE **R3**

Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MEDI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	5
coefficiente ξ	1.50

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa	Nspt base
1	SL1	0.0	7.5	SL		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	19.0	50	150	85	4250	4250	50
2	SL2	7.5	13.0	SL		34.0	1.00	1.00	0.0	34.0	19.0	50	150	85	4250	4250	50
3	CMF	13.0	21.0	R	15000		1.00	1.00	15000.0	0.0	20.0		815			9000	
4	CM	21.0	50.0	R	20000		1.00	1.00	20000.0	0.0	21.0		941			12000	
5																	
6																	

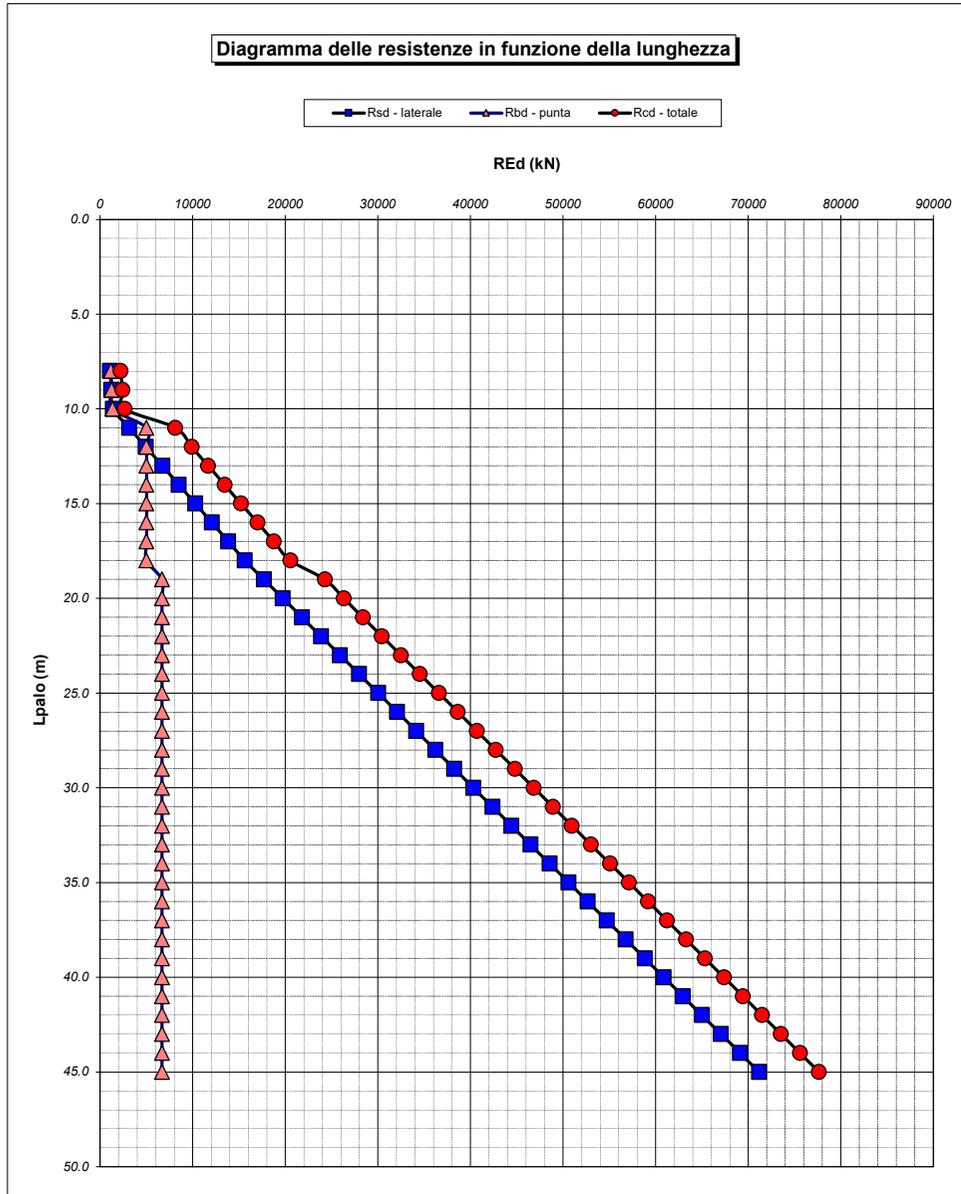
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS **OPERA: VI01** **ALLINEAMENTI: SPB**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σ' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	3.0	0.0			19.0	19.0		57.0	57.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	76.0	66.2	0.827	150	50.9	192	10.0		4250	664.0	751	111	371	7	475	85
1	SL	5.0	2.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	95.0	75.4	0.774	150	54.8	399	10.0		4250	753.2	852	231	421	14	638	175
1	SL	6.0	3.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	114.0	84.6	0.728	150	58.2	618	10.0		4250	841.6	952	358	470	20	808	271
1	SL	7.0	4.0	0.0	30.0	19.0	9.2	0.0	133.0	93.8	0.686	150	61.2	849	9.9		4250	929.3	1051	492	519	27	984	372
2	SL	8.0	5.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	152.0	103.0	0.648	150	63.8	1089	16.6		4250	1711.9	1936	631	956	34	1553	476
2	SL	9.0	6.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	171.0	112.1	0.613	150	66.0	1338	16.5		4250	1854.5	2097	775	1036	41	1771	584
2	SL	10.0	7.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	190.0	121.3	0.581	150	67.8	1593	16.4		4250	1995.4	2257	924	1114	48	1991	694
2	SL	11.0	8.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	209.0	130.5	0.551	150	69.4	1855	16.4		4250	2134.7	2414	1075	1192	54	2213	807
2	SL	12.0	9.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	228.0	139.7	0.522	150	70.6	2121	16.3		4250	2272.3	2570	1230	1269	61	2438	922
2	SL	13.0	10.0	0.0	34.0	19.0	9.2	0.0	247.0	148.9	0.495	150	71.5	2391	16.2		4250	2408.2	2724	1386	1345	68	2663	1038
3	R	14.0	11.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	267.0	159.1	0.470	815	815.2	5464		9000.0	9000	9000.0	10179	3167	5027	74	8120	2291
3	R	15.0	12.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	287.0	169.3	0.445	815	815.2	8537		9000.0	9000	9000.0	10179	4949	5027	79	9896	3543
3	R	16.0	13.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	307.0	179.5	0.422	815	815.2	11610		9000.0	9000	9000.0	10179	6731	5027	85	11672	4796
3	R	17.0	14.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	327.0	189.7	0.399	815	815.2	14683		9000.0	9000	9000.0	10179	8512	5027	90	13448	6049
3	R	18.0	15.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	347.0	199.9	0.378	815	815.2	17757		9000.0	9000	9000.0	10179	10294	5027	96	15224	7302
3	R	19.0	16.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	367.0	210.0	0.357	815	815.2	20830		9000.0	9000	9000.0	10179	12075	5027	102	17000	8554
3	R	20.0	17.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	387.0	220.2	0.337	815	815.2	23903		9000.0	9000	9000.0	10179	13857	5027	107	18776	9807
3	R	21.0	18.0	15000.0	0.0	20.0	10.2	815.2	407.0	230.4	0.317	815	815.2	26976		9000.0	9000	9000.0	10179	15638	5027	113	20552	11060
4	R	22.0	19.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	428.0	241.6	0.299	941	941.3	30525		12000.0	12000	12000.0	13572	17696	6702	118	24280	12504
4	R	23.0	20.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	449.0	252.8	0.280	941	941.3	34073		12000.0	12000	12000.0	13572	19753	6702	122	26333	13949
4	R	24.0	21.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	470.0	264.0	0.263	941	941.3	37622		12000.0	12000	12000.0	13572	21810	6702	127	28385	15394
4	R	25.0	22.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	491.0	275.2	0.250	941	941.3	41171		12000.0	12000	12000.0	13572	23867	6702	131	30438	16838
4	R	26.0	23.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	512.0	286.4	0.250	941	941.3	44719		12000.0	12000	12000.0	13572	25924	6702	136	32491	18283
4	R	27.0	24.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	533.0	297.6	0.250	941	941.3	48268		12000.0	12000	12000.0	13572	27981	6702	140	34543	19727
4	R	28.0	25.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	554.0	308.8	0.250	941	941.3	51816		12000.0	12000	12000.0	13572	30039	6702	145	36596	21172
4	R	29.0	26.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	575.0	319.9	0.250	941	941.3	55365		12000.0	12000	12000.0	13572	32096	6702	149	38648	22616
4	R	30.0	27.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	596.0	331.1	0.250	941	941.3	58914		12000.0	12000	12000.0	13572	34153	6702	154	40701	24061
4	R	31.0	28.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	617.0	342.3	0.250	941	941.3	62462		12000.0	12000	12000.0	13572	36210	6702	158	42754	25505
4	R	32.0	29.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	638.0	353.5	0.250	941	941.3	66011		12000.0	12000	12000.0	13572	38267	6702	163	44806	26950
4	R	33.0	30.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	659.0	364.7	0.250	941	941.3	69560		12000.0	12000	12000.0	13572	40324	6702	167	46859	28394
4	R	34.0	31.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	680.0	375.9	0.250	941	941.3	73108		12000.0	12000	12000.0	13572	42382	6702	172	48912	29839
4	R	35.0	32.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	701.0	387.1	0.250	941	941.3	76657		12000.0	12000	12000.0	13572	44439	6702	176	50964	31284
4	R	36.0	33.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	722.0	398.3	0.250	941	941.3	80205		12000.0	12000	12000.0	13572	46496	6702	181	53017	32728
4	R	37.0	34.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	743.0	409.5	0.250	941	941.3	83754		12000.0	12000	12000.0	13572	48553	6702	185	55070	34173
4	R	38.0	35.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	764.0	420.7	0.250	941	941.3	87303		12000.0	12000	12000.0	13572	50610	6702	190	57122	35617
4	R	39.0	36.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	785.0	431.8	0.250	941	941.3	90851		12000.0	12000	12000.0	13572	52667	6702	195	59175	37062
4	R	40.0	37.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	806.0	443.0	0.250	941	941.3	94400		12000.0	12000	12000.0	13572	54725	6702	199	61228	38506
4	R	41.0	38.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	827.0	454.2	0.250	941	941.3	97949		12000.0	12000	12000.0	13572	56782	6702	204	63280	39951
4	R	42.0	39.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	848.0	465.4	0.250	941	941.3	101497		12000.0	12000	12000.0	13572	58839	6702	208	65333	41395
4	R	43.0	40.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	869.0	476.6	0.250	941	941.3	105046		12000.0	12000	12000.0	13572	60896	6702	213	67386	42840
4	R	44.0	41.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	890.0	487.8	0.250	941	941.3	108594		12000.0	12000	12000.0	13572	62953	6702	217	69438	44284
4	R	45.0	42.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	911.0	499.0	0.250	941	941.3	112143		12000.0	12000	12000.0	13572	65010	6702	222	71491	45729
4	R	46.0	43.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	932.0	510.2	0.250	941	941.3	115692		12000.0	12000	12000.0	13572	67068	6702	226	73543	47174
4	R	47.0	44.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	953.0	521.4	0.250	941	941.3	119240		12000.0	12000	12000.0	13572	69125	6702	231	75596	48618
4	R	48.0	45.0	20000.0	0.0	21.0	11.2	941.3	974.0	532.6	0.250	941	941.3	122789		12000.0	12000	12000.0	13572	71182	6702	235	77649	50063

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPB
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESSIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPB DX	16.0	12075	5027	17000	4509	27%	8554	0	0%

RESISTENZA A COMPRESSIONE A COMPRESSIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo **Rcd,gr** viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

n_{pali} :

η

R_{cd} è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata; Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	n_{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPB DX	1.20	3.60	18	3	6	0.69	211981	57143	27%

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01 ALLINEAMENTI: SPB
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo allgerito

Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cis e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γcis - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x αN con:
 αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa
Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.2 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-gliaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			54.0
Tensione efficace in testa palo		σ'v	54.0

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	5
coefficiente ξ	1.34

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

		COMBINAZIONE M1															
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kn/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	SL1	0.0	7.5	SL		25.0	1.00	1.00	0.0	25.0	18.0	50	150	85	850	850	10
2	SL2	7.5	13.0	SL		27.0	1.00	1.00	0.0	27.0	18.0	50	150	85	2550	2550	30
3	CMF	13.0	21.0	R	3000		1.00	1.00	3000.0	0.0	19.0		365			1800	
4	CM	21.0	50.0	R	5000		1.00	1.00	5000.0	0.0	20.0		471			3000	
5																	
6																	

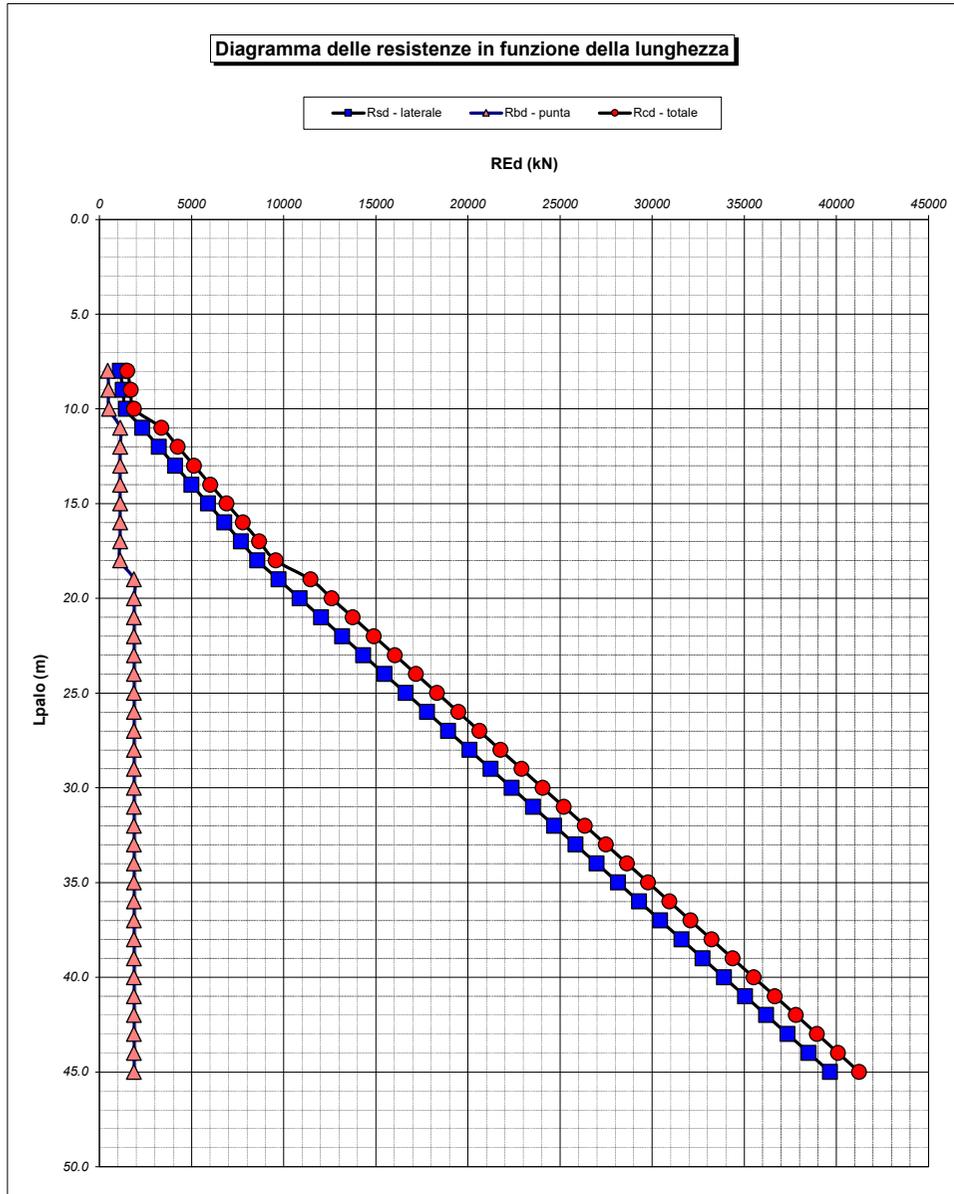
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01 ALLINEAMENTI: SPB
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	3.0	0.0			18.0	18.0		54.0	54.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	72.0	62.2	0.827	150	48.1	181	3.9		850	244.9	277	118	153	8	263	90
1	SL	5.0	2.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	90.0	70.4	0.774	150	51.3	375	4.0		850	279.1	316	243	174	16	402	186
1	SL	6.0	3.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	108.0	78.6	0.728	150	54.2	579	4.0		850	313.8	355	376	196	24	548	287
1	SL	7.0	4.0	0.0	25.0	18.0	8.2	0.0	126.0	86.8	0.686	150	56.7	793	4.0		850	348.9	395	514	218	32	701	392
2	SL	8.0	5.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	144.0	95.0	0.648	150	58.9	1015	6.1		2550	582.3	659	658	364	40	983	501
2	SL	9.0	6.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	162.0	103.1	0.613	150	60.8	1244	6.1		2550	633.0	716	807	396	48	1155	612
2	SL	10.0	7.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	180.0	111.3	0.581	150	62.3	1479	6.1		2550	683.7	773	960	427	55	1332	727
2	SL	11.0	8.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	198.0	119.5	0.551	150	63.6	1718	6.1		2550	734.4	831	1115	459	63	1511	844
2	SL	12.0	9.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	216.0	127.7	0.522	150	64.6	1962	6.1		2550	785.3	888	1273	491	71	1693	962
2	SL	13.0	10.0	0.0	27.0	18.0	8.2	0.0	234.0	135.9	0.495	150	65.3	2208	6.2		2550	836.2	946	1433	523	79	1876	1082
3	R	14.0	11.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	253.0	145.1	0.470	365	364.6	3582		1800.0	1800	1800.0	2036	2325	1125	86	3364	1713
3	R	15.0	12.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	272.0	154.3	0.445	365	364.6	4957		1800.0	1800	1800.0	2036	3217	1125	93	4249	2344
3	R	16.0	13.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	291.0	163.5	0.422	365	364.6	6331		1800.0	1800	1800.0	2036	4108	1125	100	5134	2975
3	R	17.0	14.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	310.0	172.7	0.399	365	364.6	7706		1800.0	1800	1800.0	2036	5000	1125	106	6019	3607
3	R	18.0	15.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	329.0	181.9	0.378	365	364.6	9080		1800.0	1800	1800.0	2036	5892	1125	113	6904	4238
3	R	19.0	16.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	348.0	191.0	0.357	365	364.6	10454		1800.0	1800	1800.0	2036	6784	1125	120	7790	4869
3	R	20.0	17.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	367.0	200.2	0.337	365	364.6	11829		1800.0	1800	1800.0	2036	7676	1125	127	8675	5500
3	R	21.0	18.0	3000.0	0.0	19.0	9.2	364.6	386.0	209.4	0.317	365	364.6	13203		1800.0	1800	1800.0	2036	8568	1125	133	9560	6131
4	R	22.0	19.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	406.0	219.6	0.299	471	470.7	14977		3000.0	3000	3000.0	3393	9719	1876	139	11456	6943
4	R	23.0	20.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	426.0	229.8	0.280	471	470.7	16752		3000.0	3000	3000.0	3393	10871	1876	145	12601	7754
4	R	24.0	21.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	446.0	240.0	0.263	471	470.7	18526		3000.0	3000	3000.0	3393	12022	1876	150	13747	8566
4	R	25.0	22.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	466.0	250.2	0.250	471	470.7	20300		3000.0	3000	3000.0	3393	13173	1876	156	14893	9377
4	R	26.0	23.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	486.0	260.4	0.250	471	470.7	22075		3000.0	3000	3000.0	3393	14325	1876	162	16039	10189
4	R	27.0	24.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	506.0	270.6	0.250	471	470.7	23849		3000.0	3000	3000.0	3393	15476	1876	167	17184	11001
4	R	28.0	25.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	526.0	280.8	0.250	471	470.7	25623		3000.0	3000	3000.0	3393	16628	1876	173	18330	11812
4	R	29.0	26.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	546.0	290.9	0.250	471	470.7	27398		3000.0	3000	3000.0	3393	17779	1876	179	19476	12624
4	R	30.0	27.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	566.0	301.1	0.250	471	470.7	29172		3000.0	3000	3000.0	3393	18930	1876	184	20622	13436
4	R	31.0	28.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	586.0	311.3	0.250	471	470.7	30946		3000.0	3000	3000.0	3393	20082	1876	190	21767	14247
4	R	32.0	29.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	606.0	321.5	0.250	471	470.7	32720		3000.0	3000	3000.0	3393	21233	1876	196	22913	15059
4	R	33.0	30.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	626.0	331.7	0.250	471	470.7	34495		3000.0	3000	3000.0	3393	22385	1876	201	24059	15871
4	R	34.0	31.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	646.0	341.9	0.250	471	470.7	36269		3000.0	3000	3000.0	3393	23536	1876	207	25205	16682
4	R	35.0	32.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	666.0	352.1	0.250	471	470.7	38043		3000.0	3000	3000.0	3393	24687	1876	213	26350	17494
4	R	36.0	33.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	686.0	362.3	0.250	471	470.7	39818		3000.0	3000	3000.0	3393	25839	1876	218	27496	18305
4	R	37.0	34.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	706.0	372.5	0.250	471	470.7	41592		3000.0	3000	3000.0	3393	26990	1876	224	28642	19117
4	R	38.0	35.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	726.0	382.7	0.250	471	470.7	43366		3000.0	3000	3000.0	3393	28142	1876	230	29788	19929
4	R	39.0	36.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	746.0	392.8	0.250	471	470.7	45141		3000.0	3000	3000.0	3393	29293	1876	235	30933	20740
4	R	40.0	37.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	766.0	403.0	0.250	471	470.7	46915		3000.0	3000	3000.0	3393	30444	1876	241	32079	21552
4	R	41.0	38.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	786.0	413.2	0.250	471	470.7	48689		3000.0	3000	3000.0	3393	31596	1876	247	33225	22364
4	R	42.0	39.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	806.0	423.4	0.250	471	470.7	50464		3000.0	3000	3000.0	3393	32747	1876	252	34371	23175
4	R	43.0	40.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	826.0	433.6	0.250	471	470.7	52238		3000.0	3000	3000.0	3393	33899	1876	258	35516	23987
4	R	44.0	41.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	846.0	443.8	0.250	471	470.7	54012		3000.0	3000	3000.0	3393	35050	1876	264	36662	24799
4	R	45.0	42.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	866.0	454.0	0.250	471	470.7	55786		3000.0	3000	3000.0	3393	36201	1876	269	37808	25610
4	R	46.0	43.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	886.0	464.2	0.250	471	470.7	57561		3000.0	3000	3000.0	3393	37353	1876	275	38954	26422
4	R	47.0	44.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	906.0	474.4	0.250	471	470.7	59335		3000.0	3000	3000.0	3393	38504	1876	280	40099	27233
4	R	48.0	45.0	5000.0	0.0	20.0	10.2	470.7	926.0	484.6	0.250	471	470.7	61109		3000.0	3000	3000.0	3393	39656	1876	286	41245	28045

LAVORO: SS131 CODRONGIANOS OPERA: VI01
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPB
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPB DX	16.0	6784	1125	7790	4509	58%	4869	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA									
La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione: $R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$ in cui: npali: η Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata efficienza della palificata L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre: $\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$ nella quale: i interasse tra i pali d diametro dei pali m numero di file n numero massimo di pali in ciascuna fila									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPB DX	1.20	3.60	18	3	6	0.69	97132	57143	59%

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA349	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI01 – Svincolo SV01 Florinas</i>	

19 ALLEGATO 9 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali $R_{tr,d}$ è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto

Resistenza ai carichi trasversali caratteristica

Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro del palo	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{M0}$	$M_y = MR_d$	kNm	5337.0

AFFONDAMENTO DEL PALO

Profondità della testa del palo da piano di campagna	Hr	m	3.00
--	----	---	------

CONDIZIONI DI FALDA

Palo sopra falda (0) - Palo sotto falda (1)	Falda		1
---	-------	--	---

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	5
coefficiente ξ_3	1.50
coefficiente ξ_4	1.34

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m ³	γ'_{med} kN/m ³	ϕ'_{med} deg	$k_{p,med}$	L_{med} (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI SL	19.0	9.2	30.0	3.00	4.79	4082.3	2093.5

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m ³	γ'_{min} kN/m ³	ϕ'_{min} deg	$k_{p,min}$	L_{min} (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI SL	18.0	8.2	25.0	2.46	5.37	3622.9	2079.8

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	2079.8
---	------------	----	--------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	n_{pali}	η (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
SPA DX	2079.8	1093.0	53%	18	80%	29948	19674.0	66%