

**S.S.127 Settentrionale Sarda**  
**Completamento circonvallazione di Tempio**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA350

**PROGETTAZIONE:** ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

**PROGETTISTA RESPONSABILE E DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

**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 A15138)*

**RESPONSABILE SIA:**

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

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Edoardo Antonio Quattrone*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**




**OPERE D'ARTE MINORI**

**CAVALCAVIA**

**CV01**


**Relazione tecnica e di calcolo**

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	CA350_P00CV01STRRE01_A			
DPCA0350	D	22	CODICE ELAB. P00CV01STRRE01		A	—
D			—	—	—	—
C			—	—	—	—
B	—		—	—	—	—
A	EMISSIONE		MAGG.2023	C.FERRETTI	G.PIAZZA	M. CAPASSO
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>6</b>
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 <math>V_n</math></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.....	8
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO .....</b>	<b>12</b>
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	12
4.2	CALCESTRUZZI .....	13
4.2.1	<i>Copriferri nominali</i> .....	13
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	15
4.2.3	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	16
4.3	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE .....	18
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	18
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	18
4.4	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA .....	19
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	19
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	19
4.5	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON .....	20
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	20
4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	20
4.6	GIUNZIONI BULLONATE .....	20
4.6.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	20
4.6.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	21


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

4.7	GIUNZIONI SALDATE .....	21
<b>5</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>22</b>
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	22
5.2	ANALISI DEI CARICHI.....	22
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1 .....</i>	<i>23</i>
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2 .....</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3.....</i>	<i>25</i>
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – <math>\varepsilon_2</math> e <math>\varepsilon_3</math> .....</i>	<i>25</i>
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – <math>\varepsilon_4</math> .....</i>	<i>27</i>
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1 .....</i>	<i>27</i>
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3.....</i>	<i>30</i>
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4.....</i>	<i>31</i>
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5 .....</i>	<i>31</i>
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7.....</i>	<i>34</i>
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8 .....</i>	<i>38</i>
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9 .....</i>	<i>40</i>
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E .....</i>	<i>40</i>
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio .....</i>	<i>44</i>
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica.....</i>	<i>47</i>
<b>6</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....</b>	<b>48</b>
6.1	CRITERI DI CALCOLO .....	48
6.1.1	<i>Analisi globale.....</i>	<i>48</i>
6.1.2	<i>Analisi locali.....</i>	<i>50</i>
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE.....	50
6.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi .....</i>	<i>51</i>
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello.....</i>	<i>51</i>
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto.....</i>	<i>52</i>
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	63
6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU .....</i>	<i>63</i>


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

6.3.2	<i>Verifiche SLE "a respiro" delle anime .....</i>	72
6.3.3	<i>Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali .....</i>	72
6.3.4	<i>Verifiche a fatica .....</i>	75
6.3.5	<i>Verifiche SLU delle saldature longitudinali .....</i>	82
6.3.6	<i>Verifiche delle connessioni a pioli.....</i>	83
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA .....	85
6.5	VERIFICHE DEI TRASVERSI .....	86
6.5.1	<i>Verifiche dei trasversi di campata.....</i>	86
6.5.2	<i>Verifiche dei trasversi di appoggio - spalla.....</i>	88
6.6	VERIFICHE LOCALI DEI TRASVERSI SPALLA .....	91
6.6.1	<i>Analisi dei carichi direttamente trasmessi dalla soletta .....</i>	91
6.6.2	<i>Combinazioni di Carico.....</i>	94
6.6.3	<i>Analisi del trasverso di spalla .....</i>	94
6.6.4	<i>Verifiche di resistenza SLU .....</i>	98
6.6.5	<i>Verifiche SLU delle connessioni a pioli .....</i>	100
6.7	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A. ....	100
6.7.1	<i>Verifica delle predalles in fase di autoportanza.....</i>	100
6.7.2	<i>Verifiche della soletta in esercizio (2° fase).....</i>	108
<b>7</b>	<b>VERIFICHE SPALLE .....</b>	<b>138</b>
7.1	ANALISI DELLA PALIFICATA .....	138
7.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE .....	139
7.3	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE .....	141
7.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI DI FONDAZIONE .....	142
7.4.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio .....</i>	142
7.4.2	<i>Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali .....</i>	145
7.5	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	146
7.5.1	<i>Zattera di fondazione .....</i>	146
7.5.2	<i>Mensola posteriore .....</i>	146
7.5.3	<i>Muro frontale.....</i>	147
7.5.4	<i>Paraghiaia.....</i>	147




<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

7.5.5	<i>Muri di risvolto.....</i>	148
7.5.6	<i>Verifiche di resistenza a taglio.....</i>	149
<b>8</b>	<b>APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE .....</b>	<b>150</b>
8.1.1	<i>Carichi verticali trasmessi dall'impalcato .....</i>	150
8.1.2	<i>Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato .....</i>	151
8.1.3	<i>Calcolo degli scorrimenti di progetto .....</i>	153
8.2	GIUNTI DI DILATAZIONE .....	154
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI .....</b>	<b>155</b>
9.1	CRITERI DI CALCOLO .....	155
9.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione .....</i>	156
9.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione .....</i>	160
9.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione .....</i>	161
9.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale .....</i>	161
9.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale .....</i>	167
9.1.6	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato .....</i>	170
<b>10</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI .....</b>	<b>174</b>
10.1	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME .....	174
10.1.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su micropali.....</i>	174
10.1.2	<i>Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto .....</i>	174
10.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....</i>	175
10.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale .....</i>	175
10.1.5	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata .....</i>	175
<b>11</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018) .....</b>	<b>176</b>
11.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	176
11.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	176

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

11.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	176
11.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	176
11.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	176
11.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	176
<b>12</b>	<b>ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....</b>	<b>178</b>
<b>13</b>	<b>ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA .....</b>	<b>179</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU</b>	<b>180</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI .....</b>	<b>181</b>
<b>16</b>	<b>ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI .....</b>	<b>182</b>
<b>17</b>	<b>ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI</b>	<b>183</b>
<b>18</b>	<b>ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA DI .....</b>	<b>184</b>
<b>19</b>	<b>ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI APPOGGIO – SPALLA.....</b>	<b>185</b>
<b>20</b>	<b>ALLEGATO 9 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....</b>	<b>186</b>
<b>21</b>	<b>ALLEGATO 10 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI VERIFICA.....</b>	<b>187</b>
<b>22</b>	<b>ALLEGATO 11 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU .....</b>	<b>188</b>
<b>23</b>	<b>ALLEGATO 12 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICHE SLU .....</b>	<b>189</b>
<b>24</b>	<b>ALLEGATO 13 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI.....</b>	<b>190</b>
<b>25</b>	<b>ALLEGATO 14 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA .....</b>	<b>191</b>
<b>26</b>	<b>ALLEGATO 15 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPB .....</b>	<b>192</b>
<b>27</b>	<b>ALLEGATO 16 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI.....</b>	<b>193</b>
<b>28</b>	<b>ALLEGATO 17 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....</b>	<b>194</b>

S.S.127 "Settentrionale Sarda"		
Completamento circonvallazione di Tempio		
Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Cavalcavia "CV01" prevista nell'ambito dei lavori dei Lavori di realizzazione della Circonvallazione di Tempio.

Il cavalcavia è composto da 1 campata di luce pari a 30.0 m, misurata in asse appoggi spalle.

Oggetto della presente relazione sono i dimensionamenti e le verifiche delle strutture d'impalcato, delle sottostrutture e delle relative fondazioni.

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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

- 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 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

### 1.3 Descrizione delle opere

Il cavalcavia è formato da 1 campata di luce pari a 30 m, misurata in asse appoggi spalle.

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

L'impalcato ha larghezza pari a 8.00 m misurata in retto e pari a 10.45 m misurata in obliquo, la piattaforma stradale ha larghezza pari a 6.5 m ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e dx.

Gli impalcati sono a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" su due travi metalliche principali.

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

Le travi hanno un'altezza costante pari a 1.6 m.

L'interasse trasversale tra le travi è pari a 4.0 m.

Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 2.0 m.

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners 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 ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 6.15 m. 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 traversi 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.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore variabile con una pendenza del 2.5% e spessore minimo di 31 cm in prossimità dei cordoli marginali. 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 appoggiata su 2 allineamenti di appoggio.

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

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

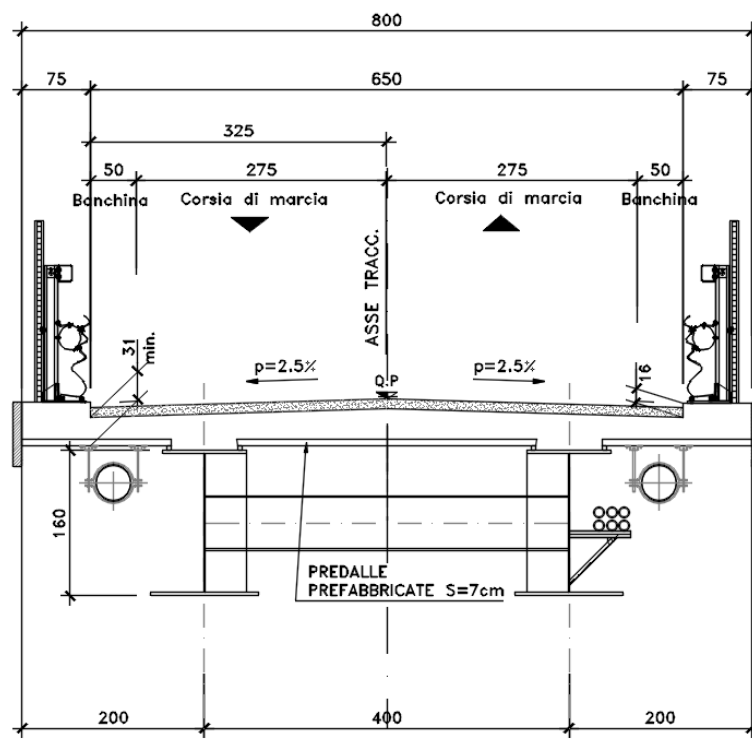


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

Lo schema di vincolo è di tipo tradizionale, e prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio-PTFE a disco elastomerico confinato.

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

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 cavalcavia sono di tipo tradizionale con muro frontale di altezza pari a 6.00 m per la spalla A e pari a 5.00 m la spalla B. I muri paraghiaia avranno spessore pari a 60 cm e sono previsti debitamente arretrati rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire varchi di ampiezza adeguata alla manutenzione.


Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m e 80 (10 x 8) micropali.

#### 1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

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

Macrofase 1: Realizzazione sottostrutture

- Fase 1b: Scavo fino a quota intradosso magrone;
- Fase 1c: Realizzazione micropali di fondazione a quota magrone;
- Fase 1d: Realizzazione zattere di fondazione;
- Fase 1e: Realizzazione elevazioni;

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

- Fase 1f: Realizzazione cuneo di transizione;
- Fase 1g: Completamento rilevato di approccio.

Macrofase 2: Realizzazione impalcato, finiture e protezioni

- Fase 2a: Realizzazione baggioli spalle e cordolo di completamento sulle spalle;
- Fase 2b: Posa in opera apparecchi di appoggio;
- Fase 2c: Posa in opera carpenteria metallica varata dal basso con l'ausilio di gru;
- Fase 2d: Completamento soletta impalcato;
- Fase 2e: realizzazione finiture.

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 1.25 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</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.



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 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].

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](#), non è stata prevista 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).

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:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)						
CALCESTRUZZO PER	Magrone di sottofondazione	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Baggioli	Predalle prefabbricate	Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale	-	XC2 - AX2	XC2 - AX2	XC4	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	32	25	25	12	25
	Dlower	20	16	16	8	16
Classe di consistenza	-	S4	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento	-	0,5	0,5	0,45	0,45	0,45
Contenuto massimo di cloruri	-	0,20%	0,20%	CEMI÷V	CEMI÷V	CEMI÷V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 4.2 Calcestruzzi

### 4.2.1 Copriferri nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro), 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 - Copriferri minimi in mm

			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	
$C_{min}$	$C_0$	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
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.


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 <sub>N</sub>	anni		50		
Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm											
ambiente	R <sub>ckmin</sub>	R <sub>ck0</sub>	barre da c.a.				cavi da c.a.p.				
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi		
			R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35	
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45	
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50	

Elemento		Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori		Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori		Elevazioni - Bagglioli	Solette Impalcato predalle	Solette Impalcato getti in opera e cordoli marginali
		1	2	1	2			
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)								
Elemento a piastra		SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione		XC2 - XA2	XC2 - XA2	XC4	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente		aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40	40	45	45	45	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)		30	30	30	35	30	30	30
incremento Per V <sub>N</sub> =100 (tipo di costruzione 3)		0	0	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0	0	0	-5	0	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	5	10	10
copriferro nominale		40	40	40	45	30	40	40

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018


S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

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:

Elemento		Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Elevazioni - Baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
<b>copriferro nominale di progetto</b>	<b>mm</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>40</b>

*Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto*

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### 4.2.2 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	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	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
$\sigma_t$ - 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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### 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 $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctm} / \gamma_c$	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
$\sigma_t$ - 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

#### 4.2.3 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 di tutte le opere in oggetto.

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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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 $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ 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 $\sigma_s$ [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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [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

#### 4.3 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate


##### 4.3.1 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.

##### 4.3.2 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	540 540
Modulo elastico	$E_s$	Mpa	210000 210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6 5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40 10
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### 4.4 Acciaio per carpenteria metallica

##### 4.4.1 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  $\leq 20$  mm;
- Acciaio [S355J2 W +N – UNI EN10025-5/2005](#) per spessori  $20 \text{ mm} < t \leq 40$  mm;
- Acciaio [S355K2 W +N – UNI EN10025-5/2005](#) per spessori  $t > 40$  mm.

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

- Acciaio [S355J0 W+N – UNI EN10025-5/2005](#).

##### Acciaio per armature tubolari micropali:


Acciaio per laminati a caldo con profili a sezione cava:

- Acciaio [S355J0H – UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1](#).

##### 4.4.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				<a href="#">S355</a>
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	<a href="#">210000</a>
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni $\gamma_{m0}$		$\gamma_{m0}$		<a href="#">1.05</a>
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$		<a href="#">1.05</a>
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$		<a href="#">1.10</a>
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori $\gamma_{m2}$		$\gamma_{m2}$		<a href="#">1.25</a>
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



S.S.127 "Settentrionale Sarda"		
Completamento circonvallazione di Tempio		
Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 4.5 Connettori a piolo tipo Nelson

### 4.5.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

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

### 4.5.2 Resistenze di progetto

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

## 4.6 Giunzioni bullonate

### 4.6.1 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 traversi 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 **K<sub>2</sub>** (bulloneria da precarico).

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### 4.6.2 Resistenze di progetto


<b>Classe di resistenza della vite</b>			<b>10.9</b>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,bk}$	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,bk}$	Mpa	1000
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni $\gamma_{m2}$	$\gamma_{m2}$		<b>1.25</b>
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite ( $A_{res}$ ) $f_{v,Rd} = f_{ac} f_{t,bk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	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 $\gamma_{m3}$	$\gamma_{m3}$ SLU		<b>1.25</b>
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE $\gamma_{m3}$	$\gamma_{m3}$ SLE		<b>1.10</b>
Unioni ad attrito - coefficiente $\gamma_{m7}$ - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza	$\gamma_{m7}$		<b>1.00</b>
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 $\mu$	$\mu$		<b>0.30</b>
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

#### 4.7 Giunzioni saldate

Tutte le giunzioni per l'assemblaggio dei concetti 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 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

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).

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 5.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

### 5.2.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato

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 **1.51** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (trasversi, controventi, saldature, bullonature etc.). Tale coefficiente si ottiene dal rapporto tra il peso totale di tutti gli elementi che costituiscono l'impalcato e il peso delle sole travi principali.

RIEPILOGO PESI			
Elemento	%	p (kg)	p/Totale (%)
Travi principali		26663	66%
Trave di spina		0	0%
Trasversi di campata D1		2062	5%
Trasversi di appoggio		3198	8%
Sommano		31924	79%
Irrigidimenti, controventi, cunei, piastrame coprigiunti	20%	6225	15%
Sommano		38149	95%
Bulloni	2.0%	763	1.9%
Piolature	1.5%	572	1.4%
Sommano		39484	98%
Saldature	2.0%	790	2%
<b>Totale</b>		<b>40273</b>	<b>100%</b>

Figura 5.1: Riepilogo pesi acciaio impalcato

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


- Soletta in c.a.:  $(8.0 \times 0.343) \times 25.0 = 68.6$  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	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	34.30	34.30

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 :  $2.4 \times 8.0 = 19.2$  kN/ml

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

$$Pg1a = 68.6 + 19.2 = 87.8 \text{ kN/m}$$

#### 5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle sottostrutture e delle relative fondazioni 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:

$$g2,pav = 0.11 \times 24.0 = 2.64 \text{ kN/mq}$$

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

E' stata presa in considerazione la configurazione di sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento, carter metallico e rete di protezione antilancio che determina il massimo carico verticale sulla singola trave principale ed è stata implementata nelle analisi globali delle strutture e sottostrutture d'impalcato.

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


Analisi dei carichi		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-3.63	-13.59
cordolo dx	kN/m	3.75	3.63	13.59
pavimentazione	kN/m	19.50	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-3.75	-5.63
guard-rail dx	kN/m	1.50	3.75	5.63
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-3.85	-1.93
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	3.85	1.93
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-3.25	-4.88
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	3.25	0.00
veletta sx	kN/m	1.40	-4.00	-5.60
veletta dx	kN/m	1.40	4.00	5.60
<b>Sommano</b>		<b>35.30</b>	<b>-0.14</b>	<b>-4.88</b>

Pertanto, i carichi agenti sulle travi risultano pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
cordoli	kN/m	3.75	3.75
pavimentazione	kN/m	9.75	9.75
guard-rail	kN/m	1.50	1.50
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.50	0.50
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.97	-0.47
velette	kN/m	1.40	1.40
<b>Totale permanenti portati</b>	<b>kN/m</b>	<b>18.87</b>	<b>16.43</b>

#### 5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$$\gamma_{rin} = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

### 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:  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$

angolo d'attrito interno del rilevato stradale:  $\phi = 35^\circ$

coefficiente di spinta a riposo :  $K_0 = 1 - \tan \phi = 0.426$

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 – ε2 e ε3

#### 5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

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

Dove:

$\varepsilon_{cs}$  è la deformazione totale per ritiro


$\varepsilon_{cd}$  è la deformazione per ritiro da essiccamento

$\varepsilon_{ca}$  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:

Ritiro del calcestruzzo (ε 2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	$E_c$	MPa	34077
spessore dei getti in opera	$h_c$	m	0.27
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	$A_c$	m <sup>2</sup>	2.160
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	$u$	m	8.64
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	$h_0$	mm	500
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}$		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	$\varepsilon_{ca}$		0.00006
<b>deformazione totale finale per ritiro</b>	<b><math>\varepsilon_{cs}</math></b>		<b>0.00027</b>

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

$\varepsilon_{cs}$	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:

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo (ε 2)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in clt e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.516
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.516
Forza assiale d'estremità	N <sub>cr</sub>	kN	-7652.7
Momento flettente d'estremità sx	M <sub>crsx</sub>	kNm	3948.8
Momento flettente d'estremità dx	M <sub>crdx</sub>	kNm	3948.8

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-3826.3	-3826.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1974.4	1974.4
Forza assiale d'estremità dx	kN	-3826.3	-3826.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1974.4	1974.4

#### 5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-clt 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 clt a 28 giorni;
$\psi_L$	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 <sub>0</sub>





<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

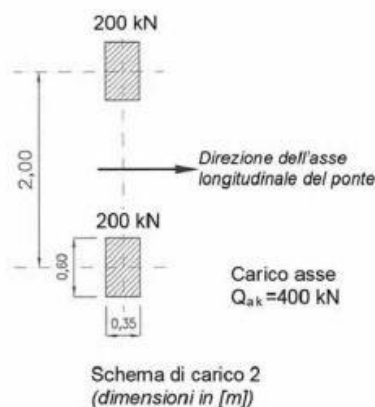
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie

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

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<sup>2</sup>.

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):

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

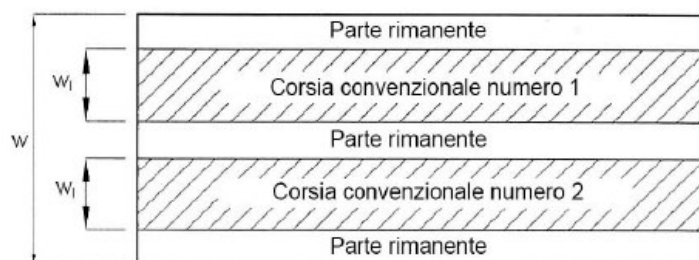


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

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	$w - (3,00 \times n_l)$

#### 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), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata e parte rimanente;
- 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), disposte a partire dal margine destro della carreggiata e parte rimanente;

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

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-sx a C3-sx (carichi mobili in SX):

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	281.25	18.75
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	318.75	181.25
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	25.31	1.69
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	26.72	7.78
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.84	0.16

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-dx a C3-dx (carichi mobili in DX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	18.75	281.25
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	181.25	318.75
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	1.69	25.31
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	7.78	26.72
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.16	0.84

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi al caso di piattaforma impegnata da tre colonne di carico.

#### 5.2.6.2 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

Per la determinazioni dei massimi effetti generati dai carichi mobili sulle sottostrutture, sono state esaminate le seguenti configurazioni:

- 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<sub>ik</sub> 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<sub>ik</sub> 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 890 \text{ kN}$$

### 5.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – $q_4$

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  $q_4$ , 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]
$R < 200$	$0,2 Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 Q_v/R$
$1500 \leq R$	0

Nel caso in esame la forza centrifuga non viene considerata.

### 5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – $q_5$

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:

$$c_{f,x} = c_{fx,0}$$

Dove:

$c_{fx,0}$  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:

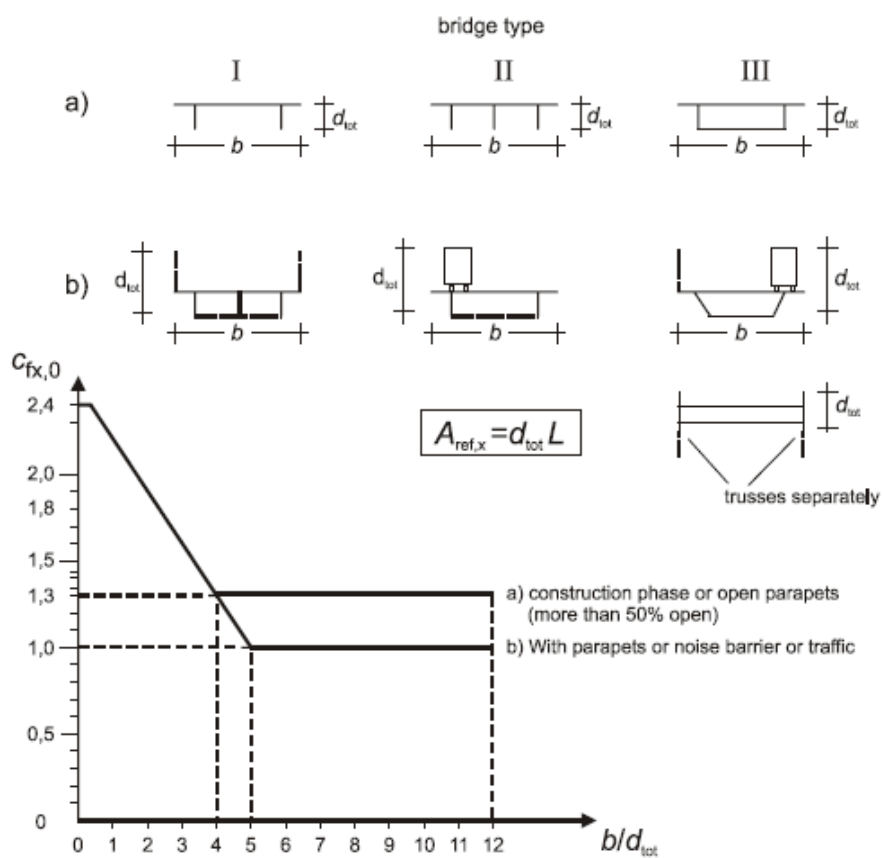




Figure 8.3 — Force coefficient for bridges,  $c_{fx,0}$

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	500
parametro ka	ka	l/sec)	0.36
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	450
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	5.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		1.93
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.93
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		2.04
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.82
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.93
pressione del vento pile		kN/m2	1.13
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	31.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	4.11
Altezza impalcato carico	Hp2	m	5.08
Altezza centro di taglio	zg	m	1.79
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	7.5	0.27	2.0
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	9.8	0.76	7.4
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	7.5	2.06	15.4
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	9.8	2.54	24.9

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.51	0.51
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-1.85	1.85
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-3.85	3.85
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-6.23	6.23

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Relativamente alle azioni del vento in direzione verticale, la norma EN 1991-1-4, suggerisce di considerarle simultaneamente alle azioni orizzontali, limitatamente ai casi in cui queste azioni risultino "significative".

Al punto 8.3.3 viene poi ulteriormente specificato che le azioni del vento in direzione verticale determinano effetti "significativi" solo se l'entità del carico è dello stesso ordine di grandezza dei carichi permanenti.

Nel caso in esame si ha:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 1.93 \times 0.9 \times 8.0 \times 15.0 = \pm 102.1 \text{ kN}$$

Nella quale  $c_{f,z} = 0.90$  è il coefficiente di pressione in direzione verticale.

L'eccentricità di questa forza in direzione trasversale è fissata in:

$$e = b / 4 = 8.0 / 4 = 2.0 \text{ m}$$

e pertanto, si sviluppa un momento torcente pari a:

$$M_{tw,z} = \pm 102.1 \times 2.05 = \pm 204.3 \text{ kNm}$$

Volendo stimare il rapporto tra le forze relative al vento verticali e il peso proprio della struttura, si determina la reazione massima agli appoggi generata dal vento verticale:

$$R_{Fw,z} = 102.1 / 2 + 204.3 \times 0.125 = 77 \text{ kN}$$

Le reazioni generate dai carichi permanenti è pari complessivamente a:

$$R_{G1+G2} = 890 \text{ kN}$$

L'entità delle forze generate dal vento in direzione verticale risulta, nel caso in esame, di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quelle generate dai carichi permanenti e sono state ritenute trascurabili.


## 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.

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  $-10^\circ$ .

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	30.0
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	40.5
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-10.18
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	80
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	$\varepsilon_{CS}$		0.00015

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	40.4
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-10.6
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	44.4
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-6.6
Massima variazione termica in contrazione: $DTN_{con} = T0 - Te,min$	$\Delta TN_{con}$	[°]	21.6
Massima variazione termica in espansione: $DTN_{exp} = Te,max - T0$	$\Delta TN_{exp}$	[°]	29.4
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	$\Delta TN$	[°]	51.0
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN_{con\_g}$	[°]	41.6
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN_{exp\_g}$	[°]	49.4

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).






<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Figura 5.2: 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:

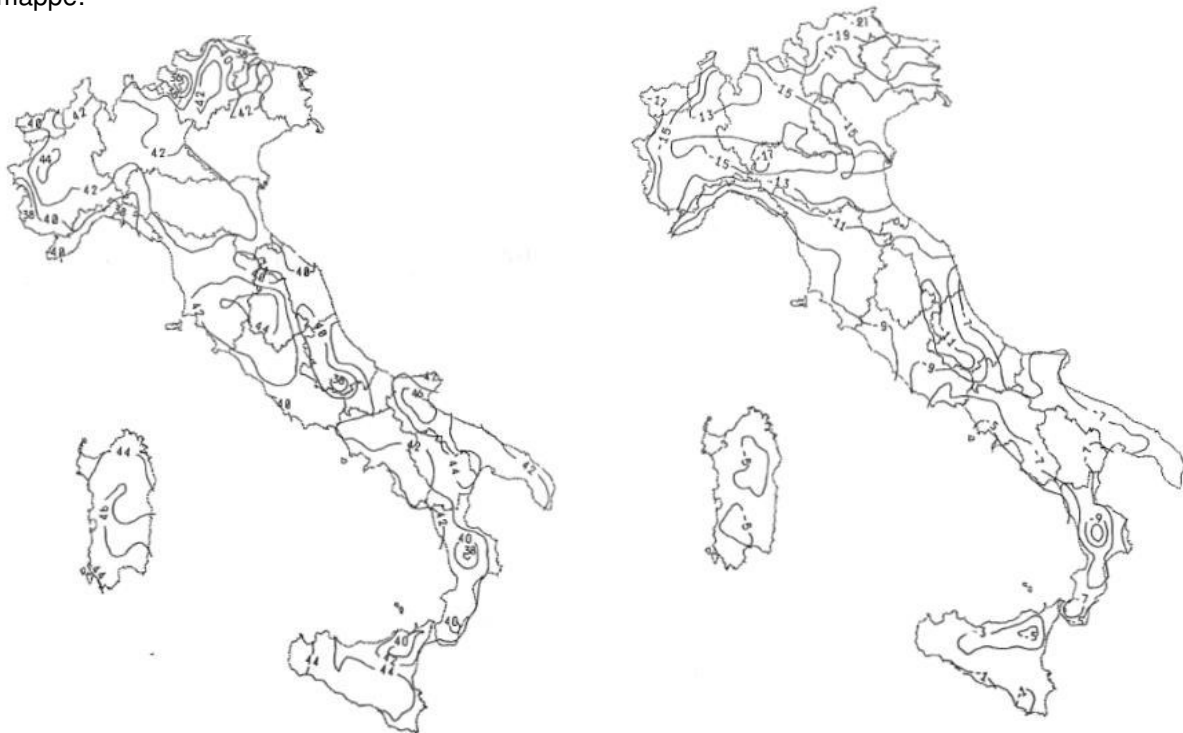


Figura 5.3: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

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:

$\alpha$  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.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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:

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	$\alpha$		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	0.310
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.310
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	7360.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-2283.5
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-2283.5
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-7360.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	2283.5
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	2283.5
Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	3680.3	3680.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1141.7	-1141.7
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1141.7	-1141.7
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-3680.3	-3680.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1141.7	1141.7
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1141.7	1141.7

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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  $h_1$  = (altezza della barriera - 0,10m) e  $h_2$  = 1,00 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 <sup>3</sup>	144480	144480	144480
tensione di snervamento acciaio	fyk	MPa	275	275	275
Momento plastico	Mp	kNm	51.7	51.7	51.7
<b>Forza orizzontale associata a Mp: <math>H_p = M_p/bp</math></b>	<b>Hp</b>	<b>kN</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>
<b>Mtot = Mp + Hp x (hc + spb + hpr)</b>	<b>Mtot</b>	<b>kNm</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>

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:

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

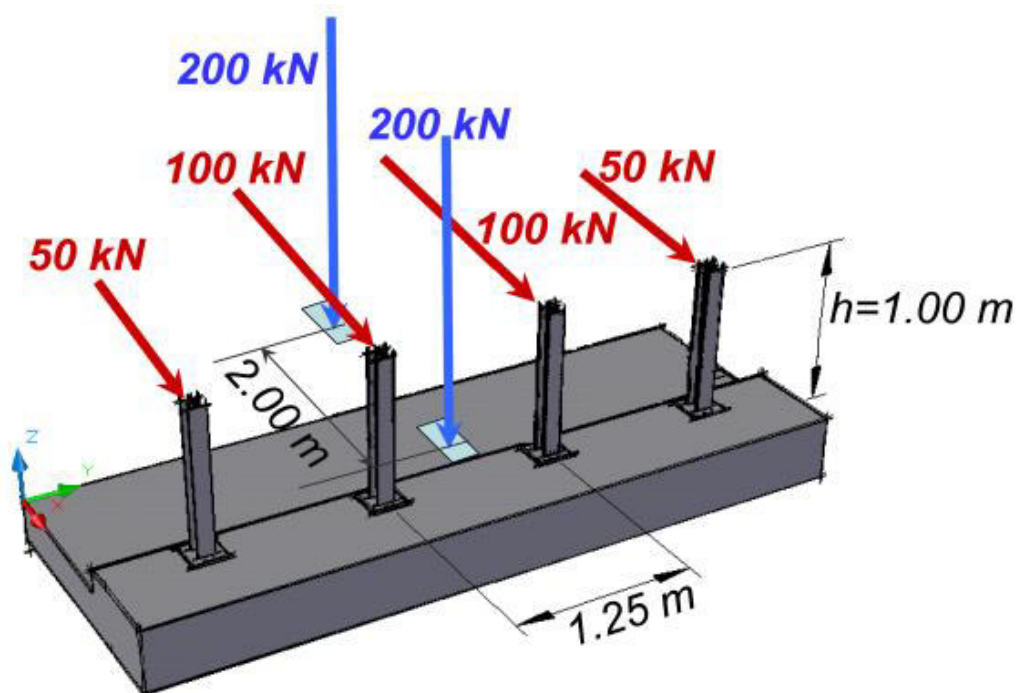



Figura 5.4: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

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.

S.S.127 "Settentrionale Sarda"		
Completamento circonvallazione di Tempio		
Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 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:

#### CV01

WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
9.10273	40.91193	9.103715	40.912969

Vita Nominale	$V_N =$	50 anni
Classe d'uso	$CI =$	IV
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0
<b>Periodo di riferimento</b>	<b><math>V_R =</math></b>	<b>100 anni</b>

#### PARAMETRI SISMICI

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 elastici 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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

- T è il periodo di vibrazione;
- $S_e(T)$  è l'accelerazione spettrale orizzontale;
- $a_g$  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);
- $\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione  $\eta = 10/(5+\xi) \geq 0,55$ , dove  $\xi$  (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  $C_C$

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

Tabella 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Nel caso in esame si ha:

- Categoria di sottosuolo: **B**
- Categoria stratigrafica: **T1**

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

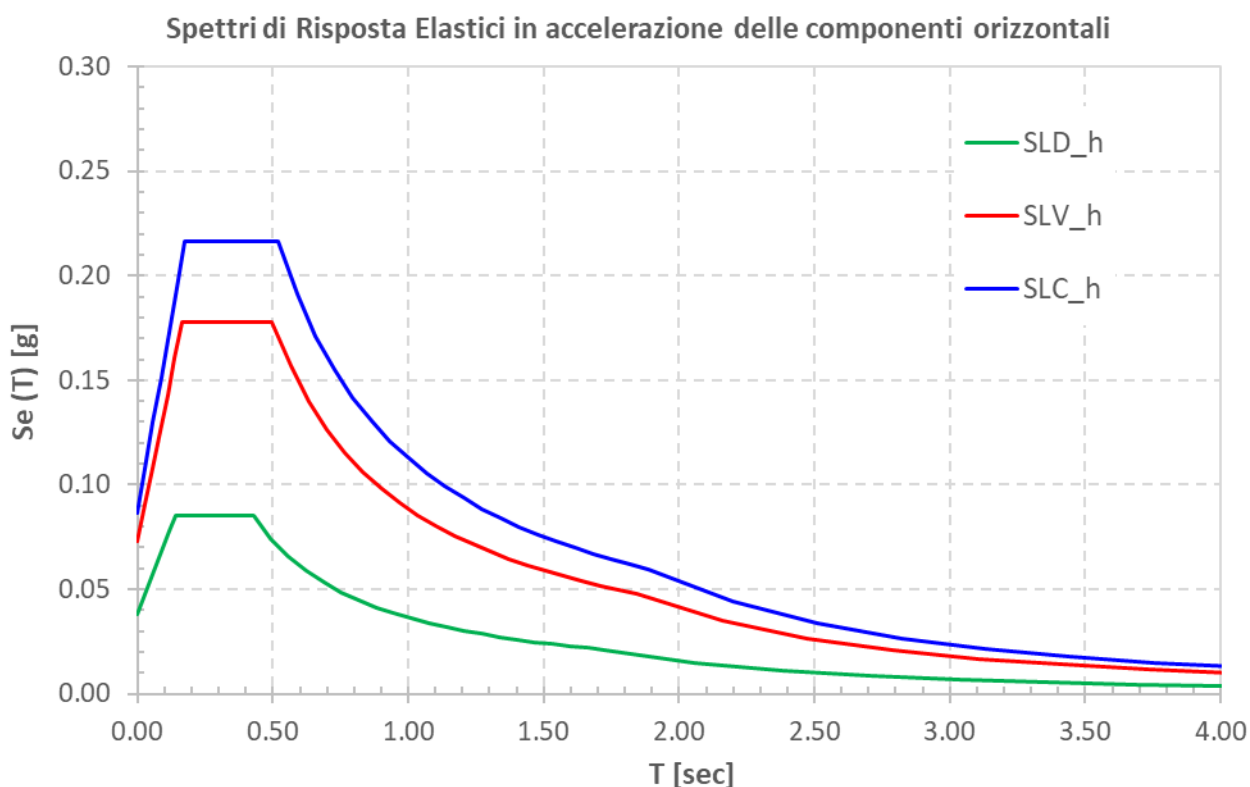



Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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	1,00	1,20	1,39	0,007	0,026
SLV	0,061	2,976	0,371	0,166	0,497	1,844	1,20	1,00	1,20	1,34	0,016	0,057
SLC	0,072	3,061	0,393	0,174	0,521	1,888	1,20	1,00	1,20	1,33	0,021	0,071

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:

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

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

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

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

$F_v$  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  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $S$ ,  $\eta$  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:

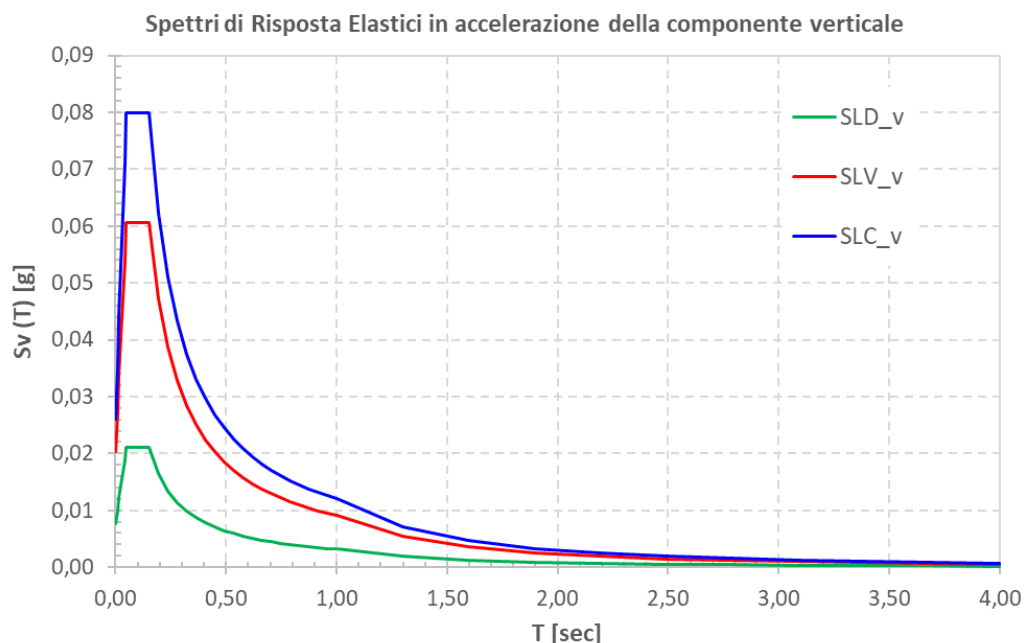
Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

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:



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	



*Figura 5.6 – 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	1,00	1,00
SLV	0,061	2,976	0,993	0,050	0,150	1,000	1,00	1,00	1,00
SLC	0,072	3,061	1,110	0,050	0,150	1,000	1,00	1,00	1,00

*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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


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 <sup>(n)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, 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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

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

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

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  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018:

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanent)
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:


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

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

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

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

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

Dove:

- $G_1$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- $G_2$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- $\varepsilon_2$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- $\varepsilon_4$  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 al 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.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 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.

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

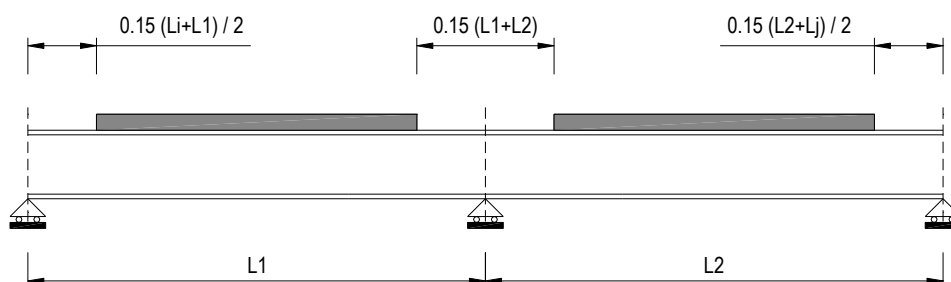
La trave è stata vincolata rigidamente in corrispondenza degli allineamenti delle spalle.

##### 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: 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, Variazioni termiche, Vento.

Nei modelli 2, 3 e 4 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.




S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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:

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

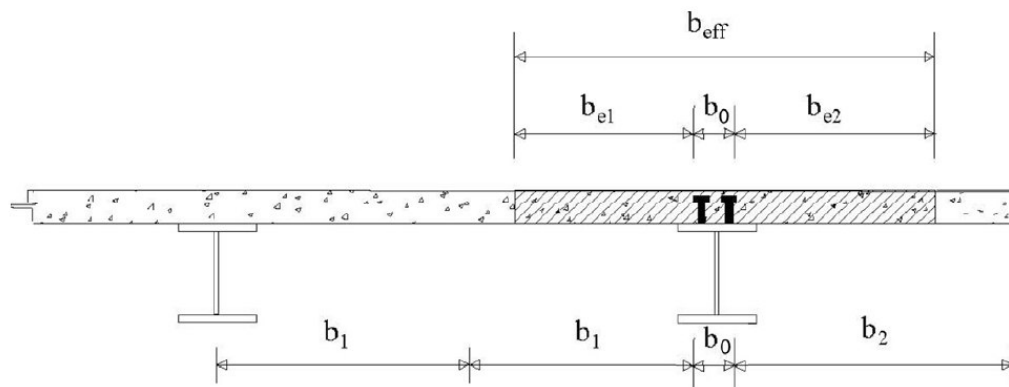


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace  $b_{eff}$  e delle aliquote  $b_{ei}$

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:

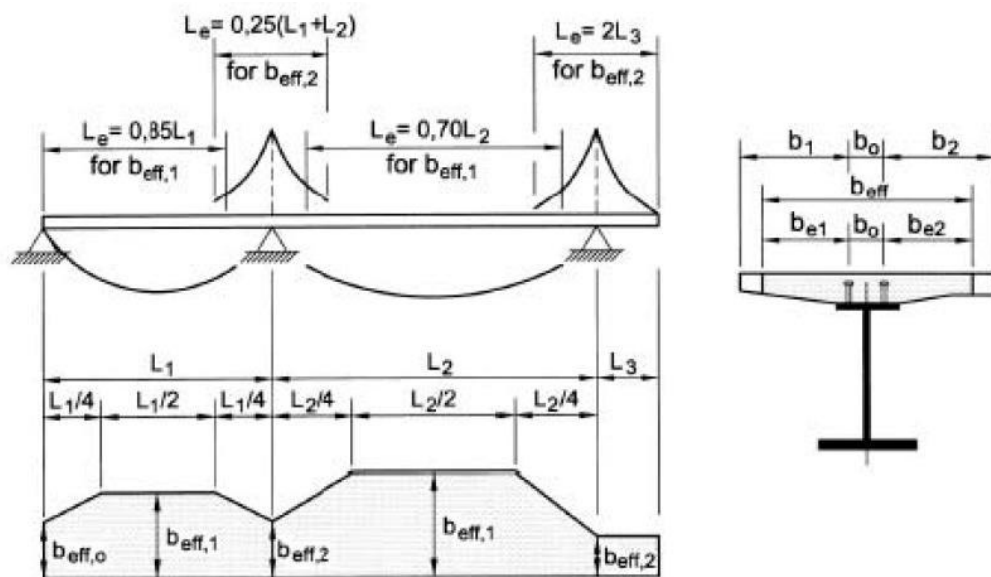


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace,  $b_{eff}$  e luci equivalenti,  $L_e$ , per le travi continue

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.

Il dimensionamento dei traversi è stato invece eseguito a mezzo di schemi a telaio in modo tale da garantire da un alto la rigidità necessaria ad impedire fenomeni d'instabilità delle piattabande compresse delle travi principali, dall'altro la resistenza nei confronti delle azioni sismiche e del vento.


## 6.2 Analisi statica globale

L'analisi statica globale della trave [appoggiata](#) è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000P®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 6.2. Geometria del modello di calcolo

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 6.2.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni 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.

I simboli corrispondono allo schema seguente:

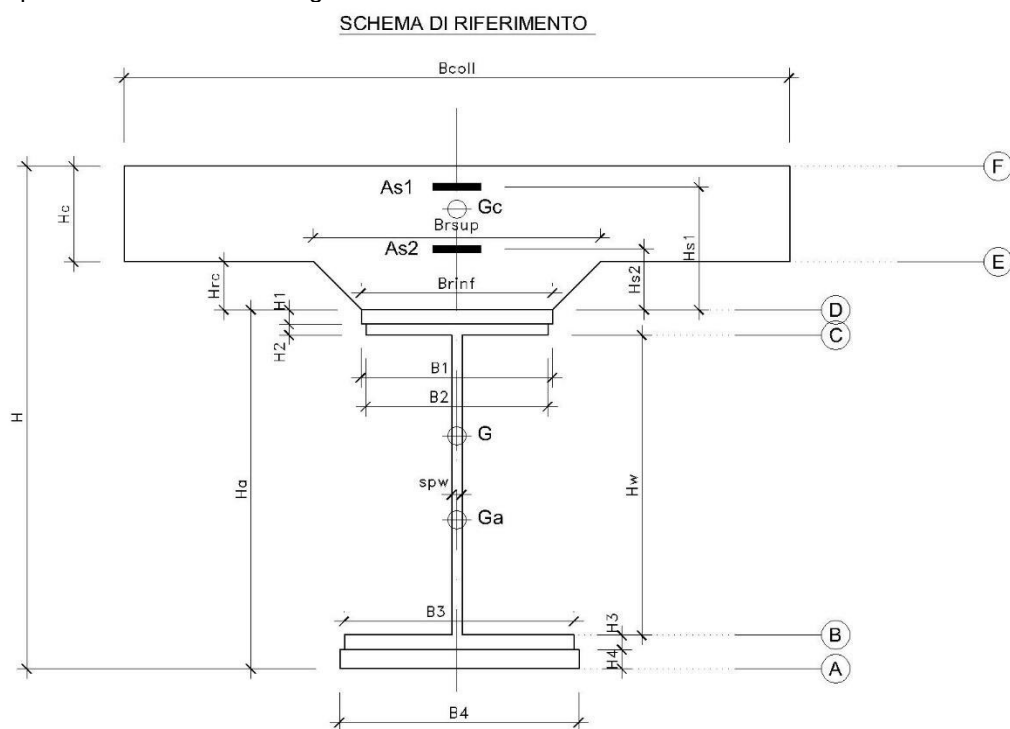


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

### 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. 5.2.1.1 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta, specificato al par. 5.2.1.1, 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. 5.2.2.1, sono stati applicati quali carichi uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.



S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

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

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

#### 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

Per poter valutare gli effetti iperstatici generati dalle variazioni termiche tra soletta e struttura metallica, sono state applicate alle estremità della struttura coppie concentrate di intensità specificata al par.5.2.10.


Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni.

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

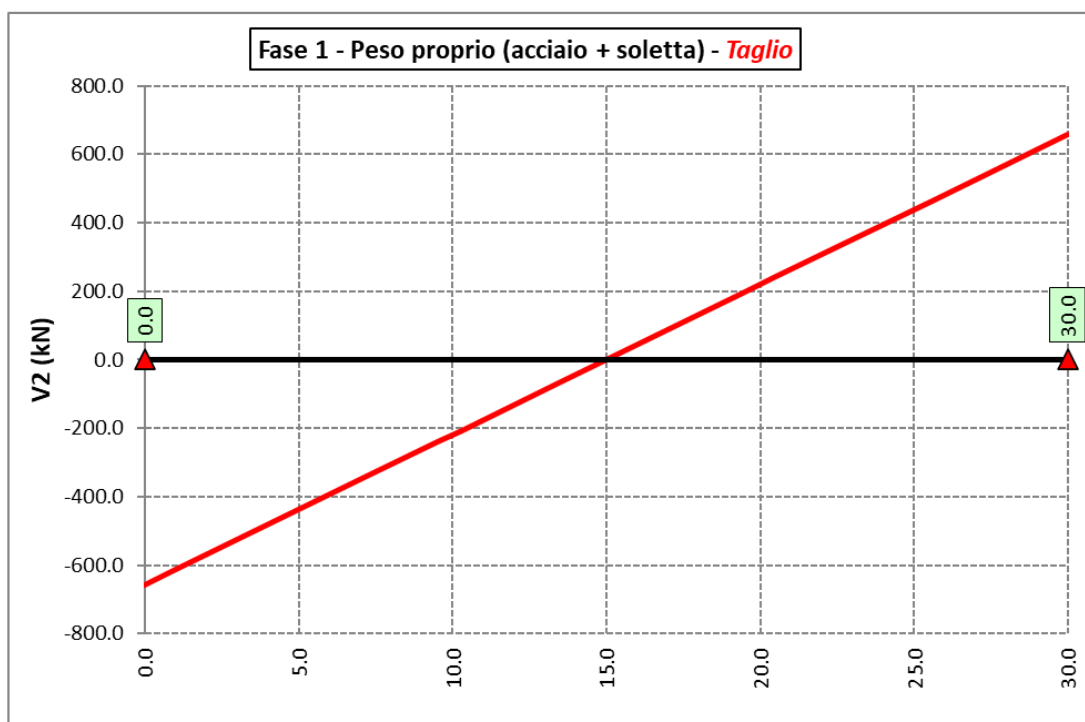
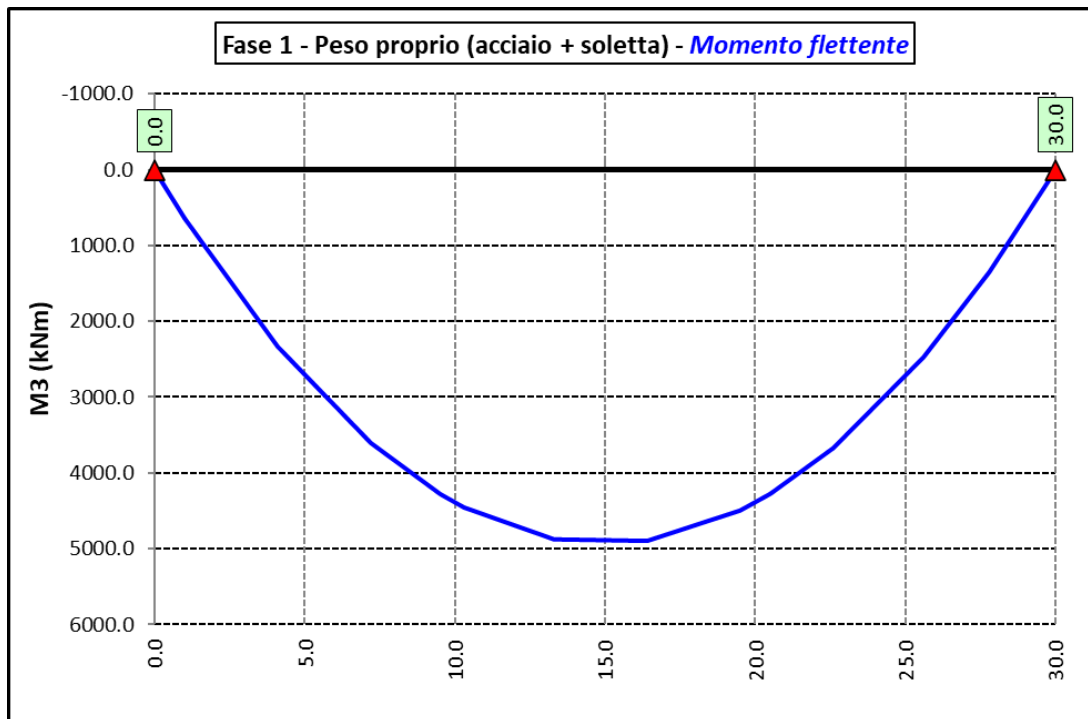
Le azioni dovute al vento, specificate al par.5.2.9, sono state applicate quali carichi verticali uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.


### 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:

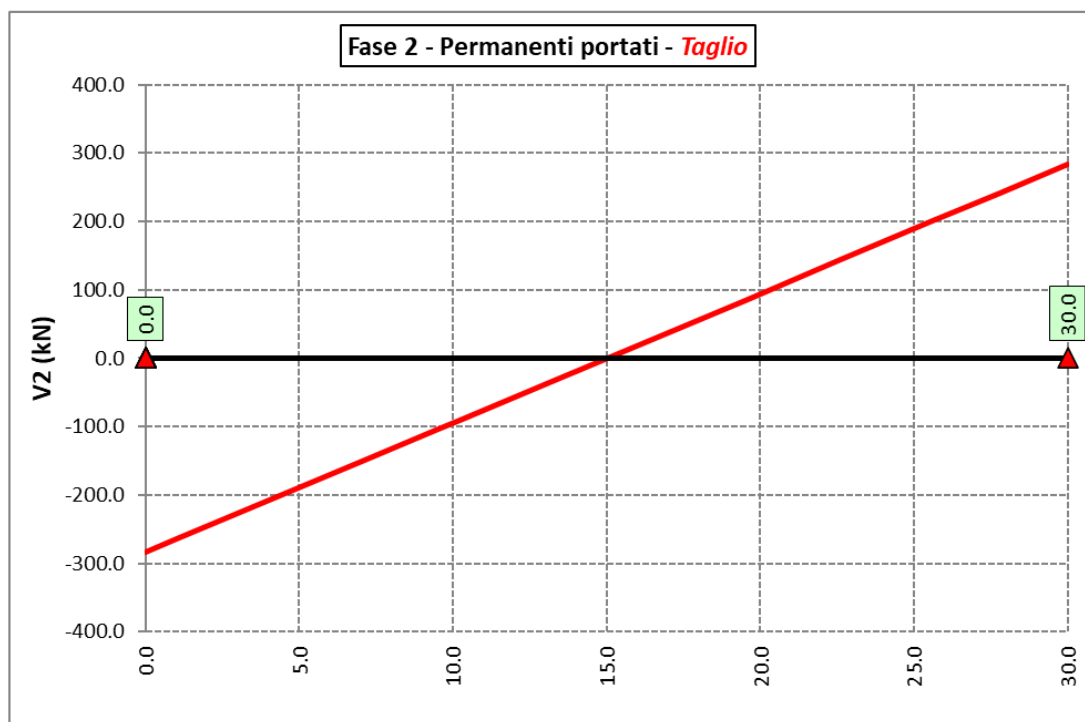
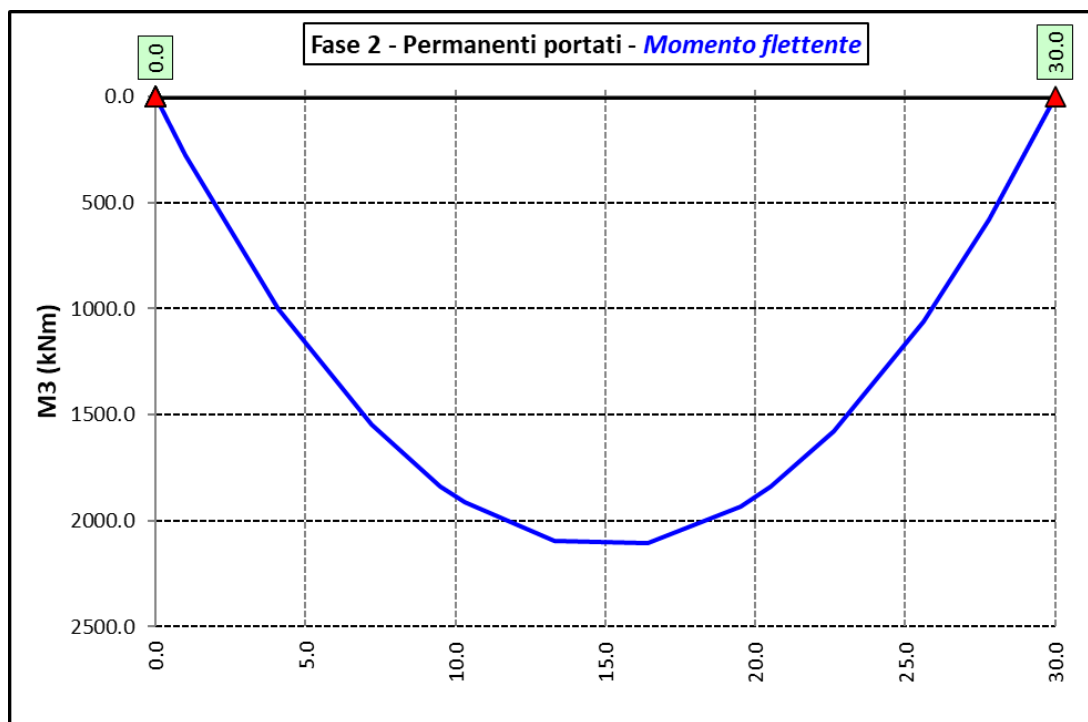
<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


### 6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1



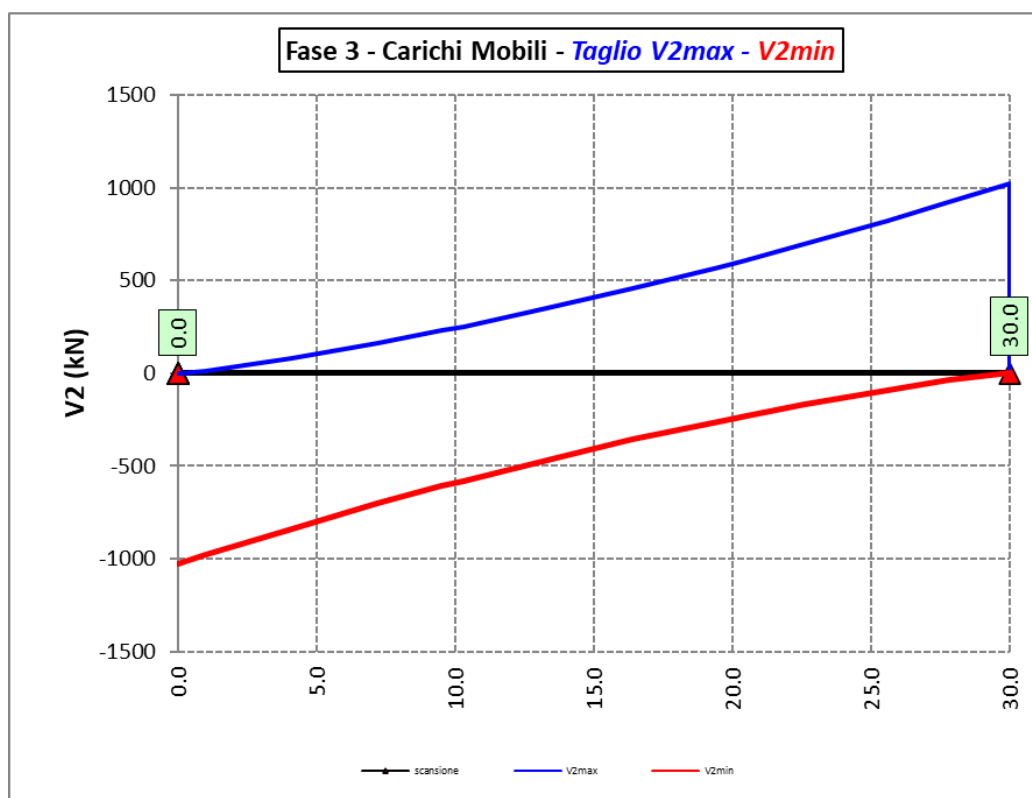
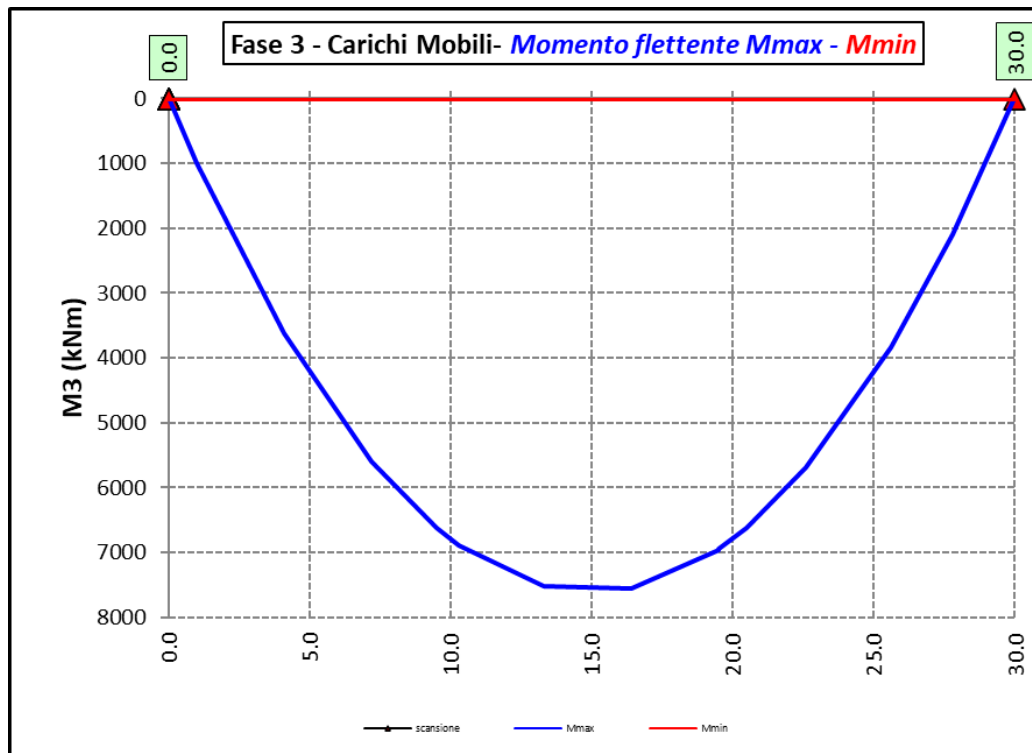
<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


### 6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2



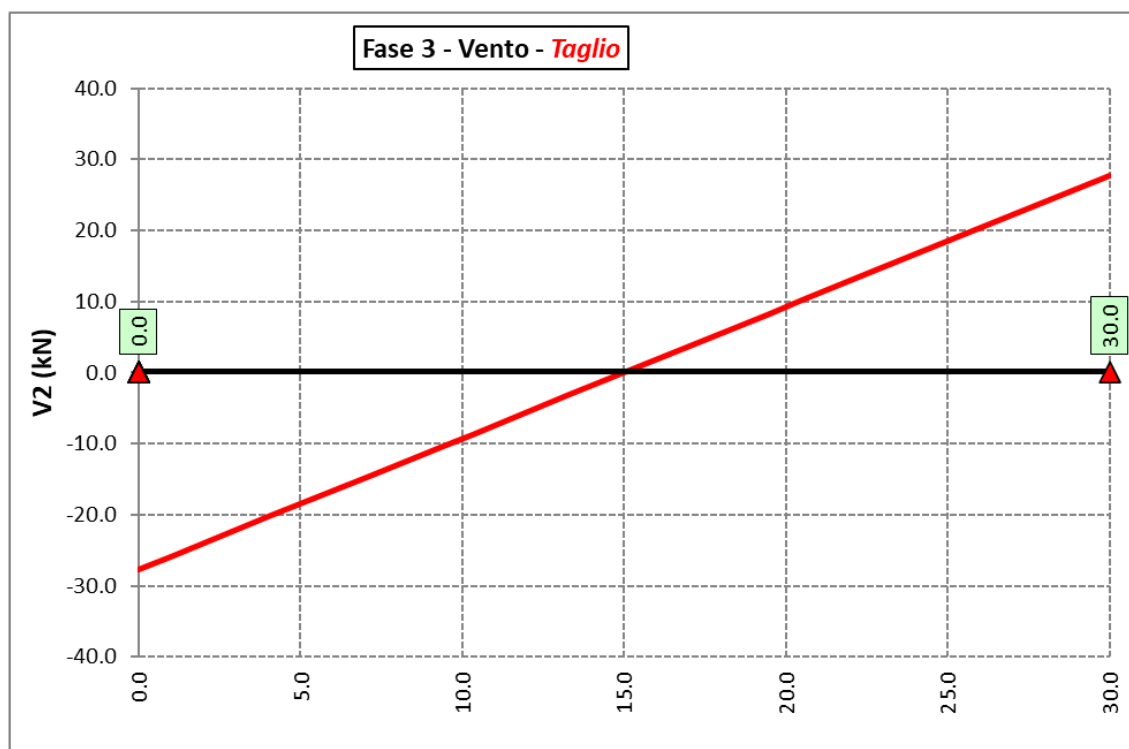
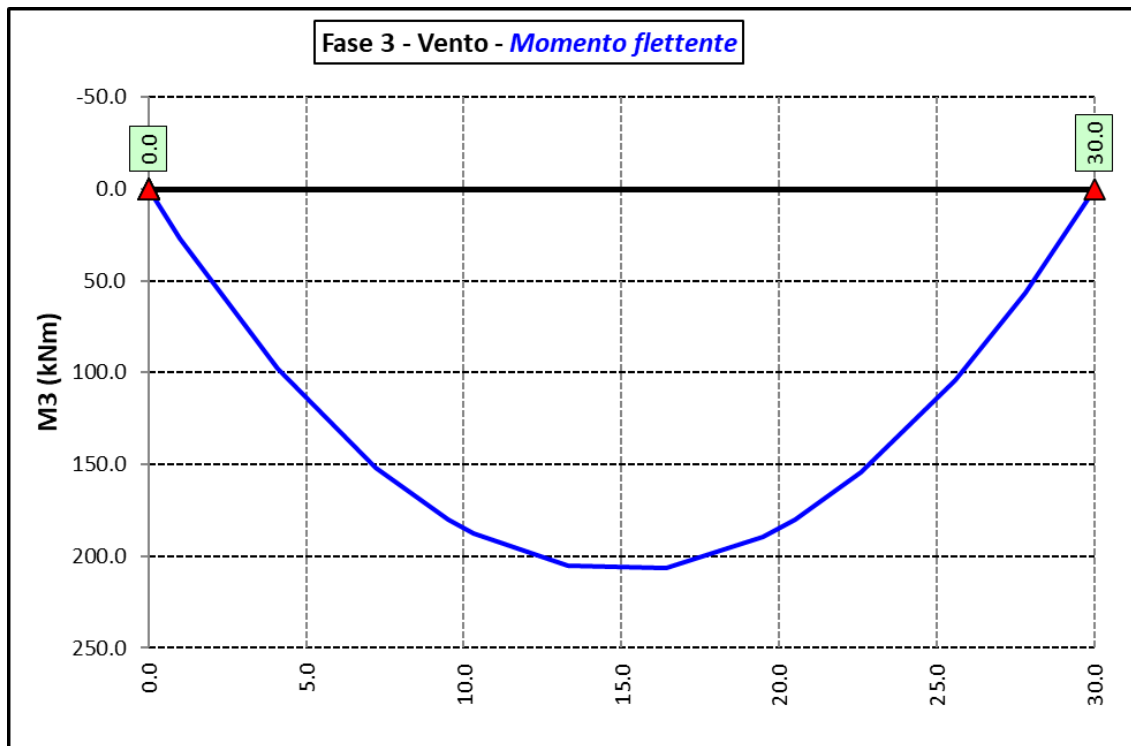
<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


### 6.2.3.3 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3



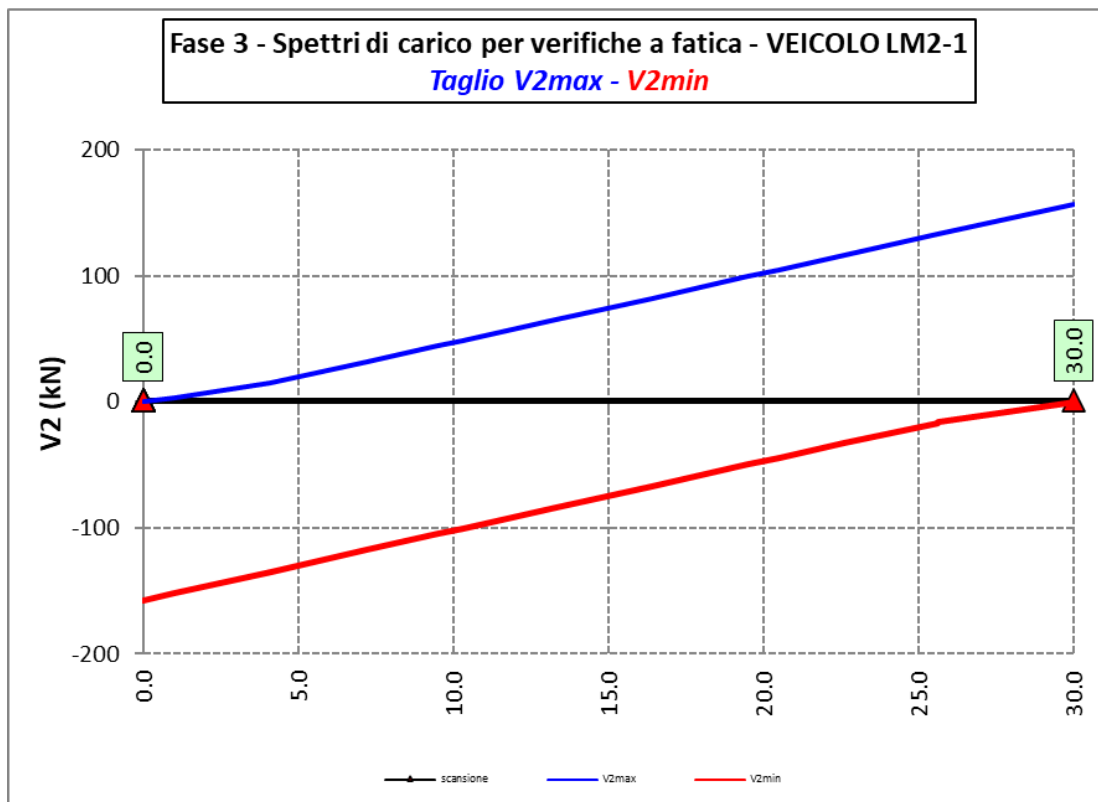
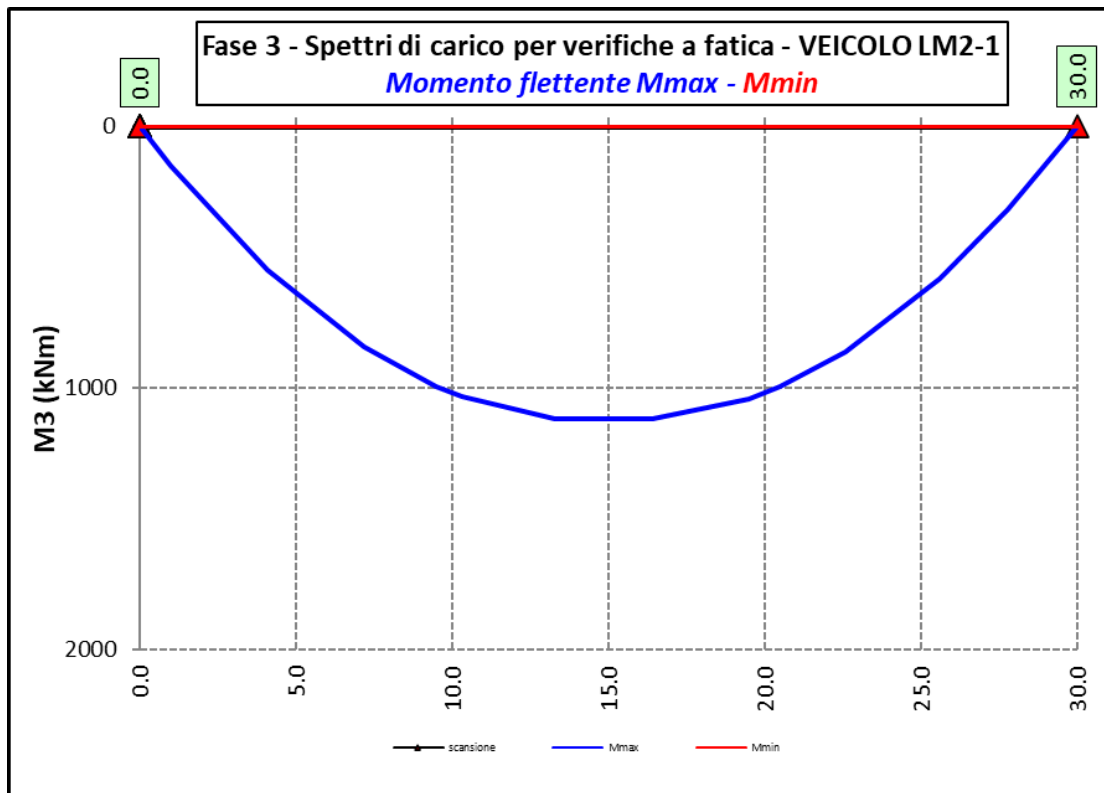
<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

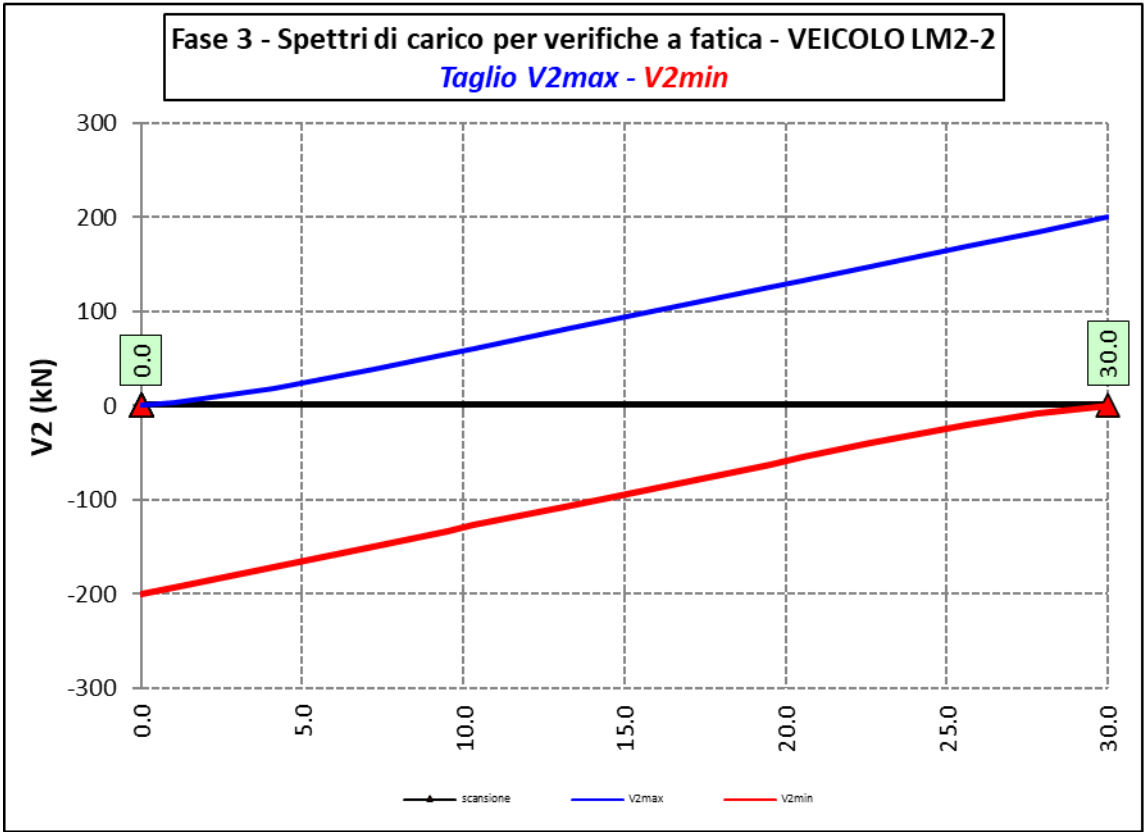
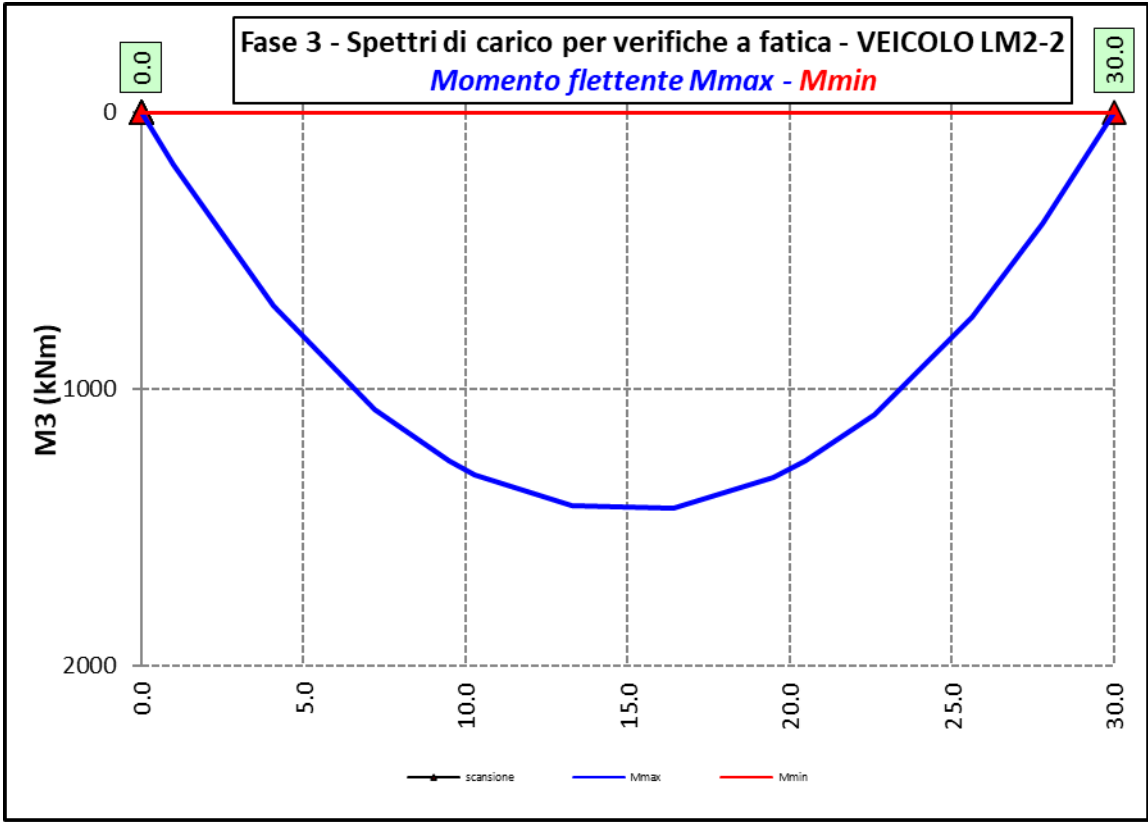
#### 6.2.3.4 Vento – Modello 3

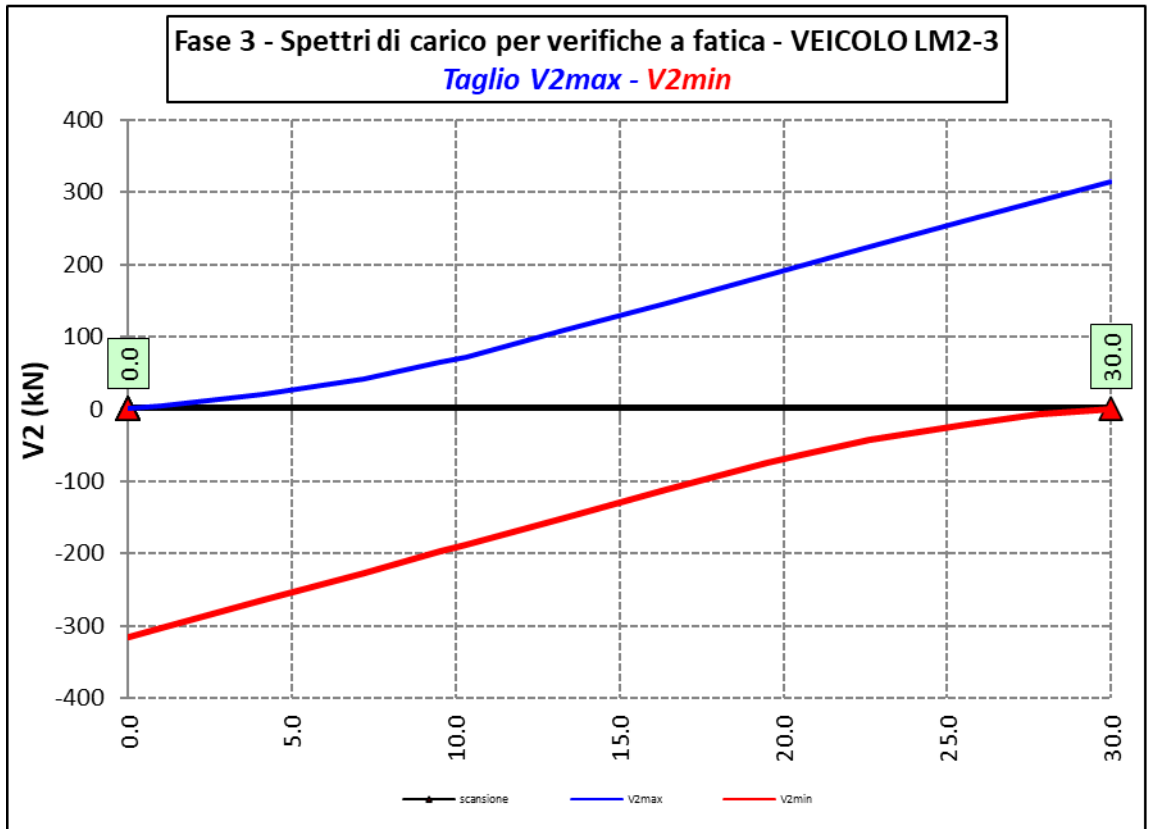
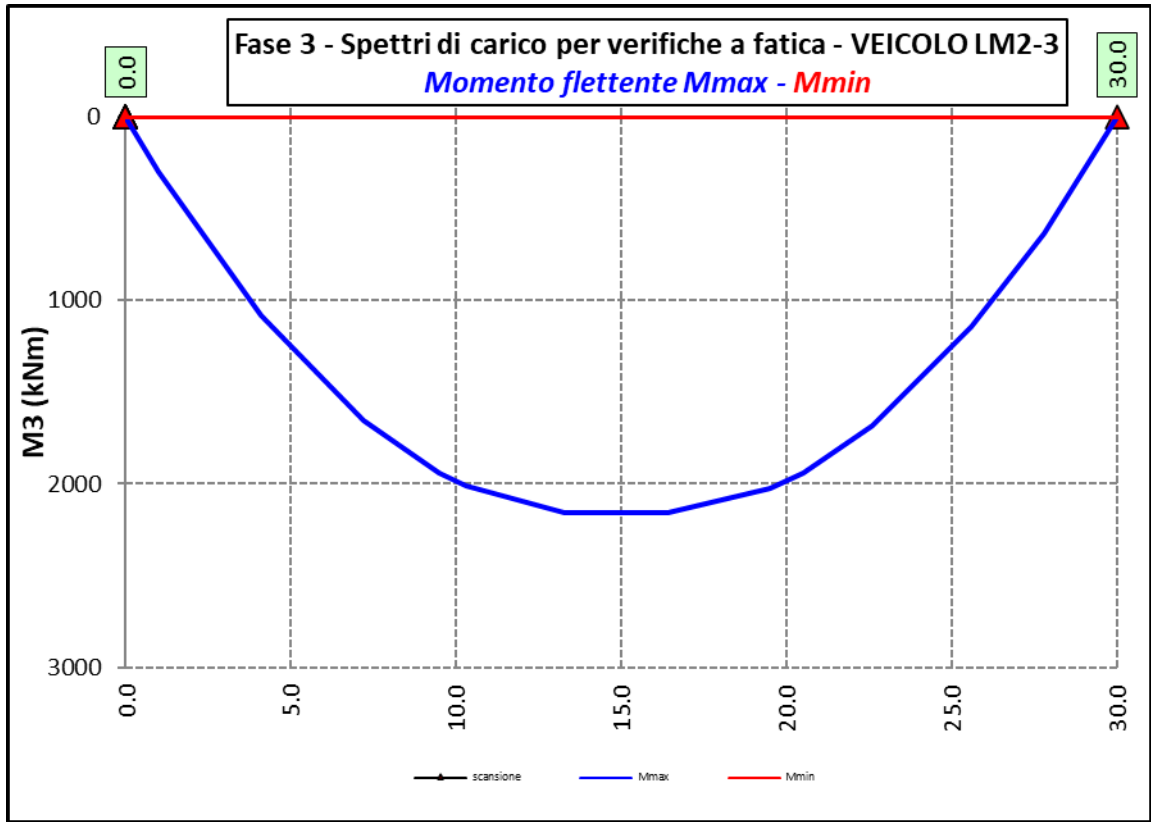


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

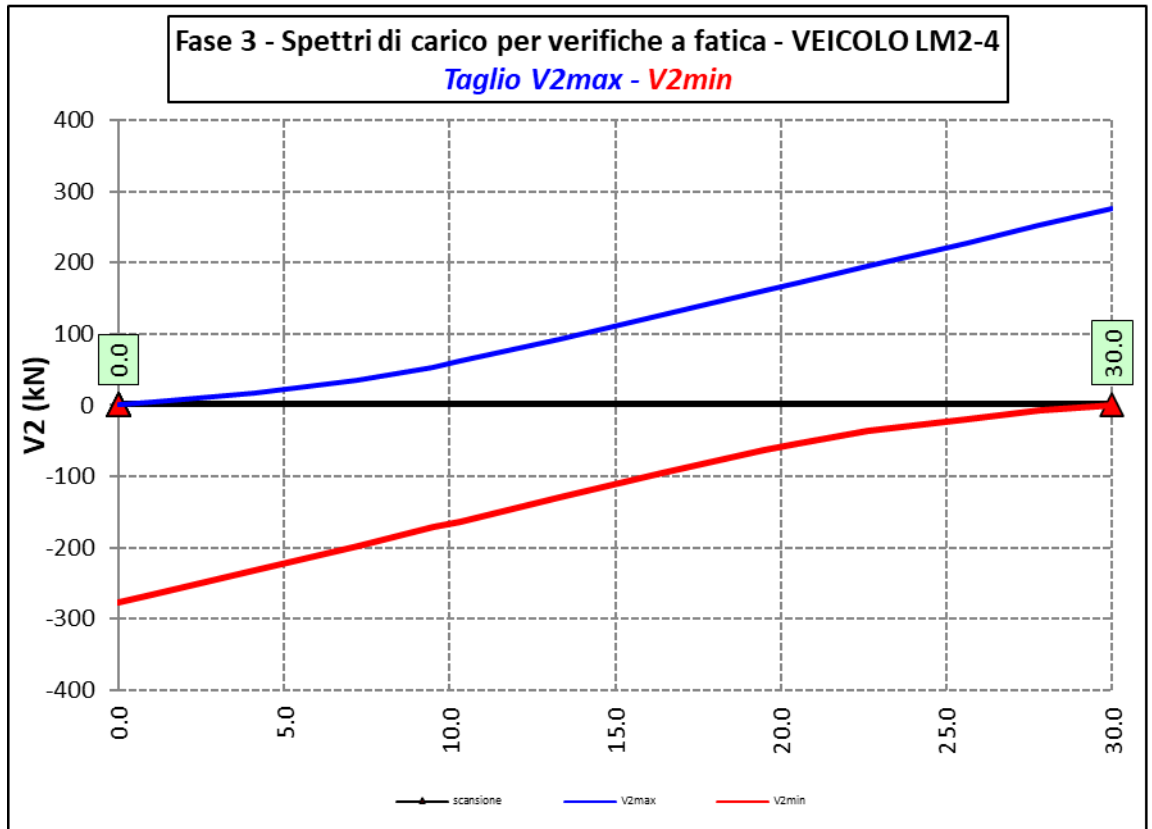
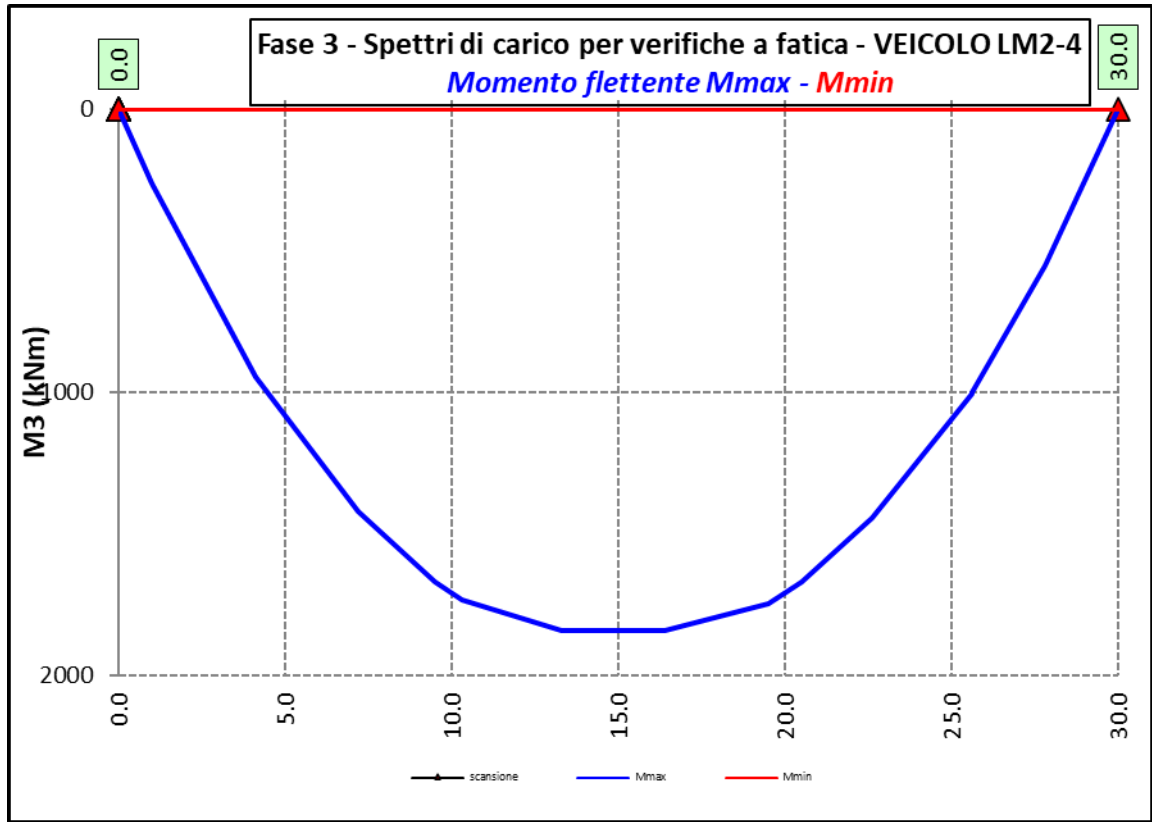
### 6.2.3.5 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3




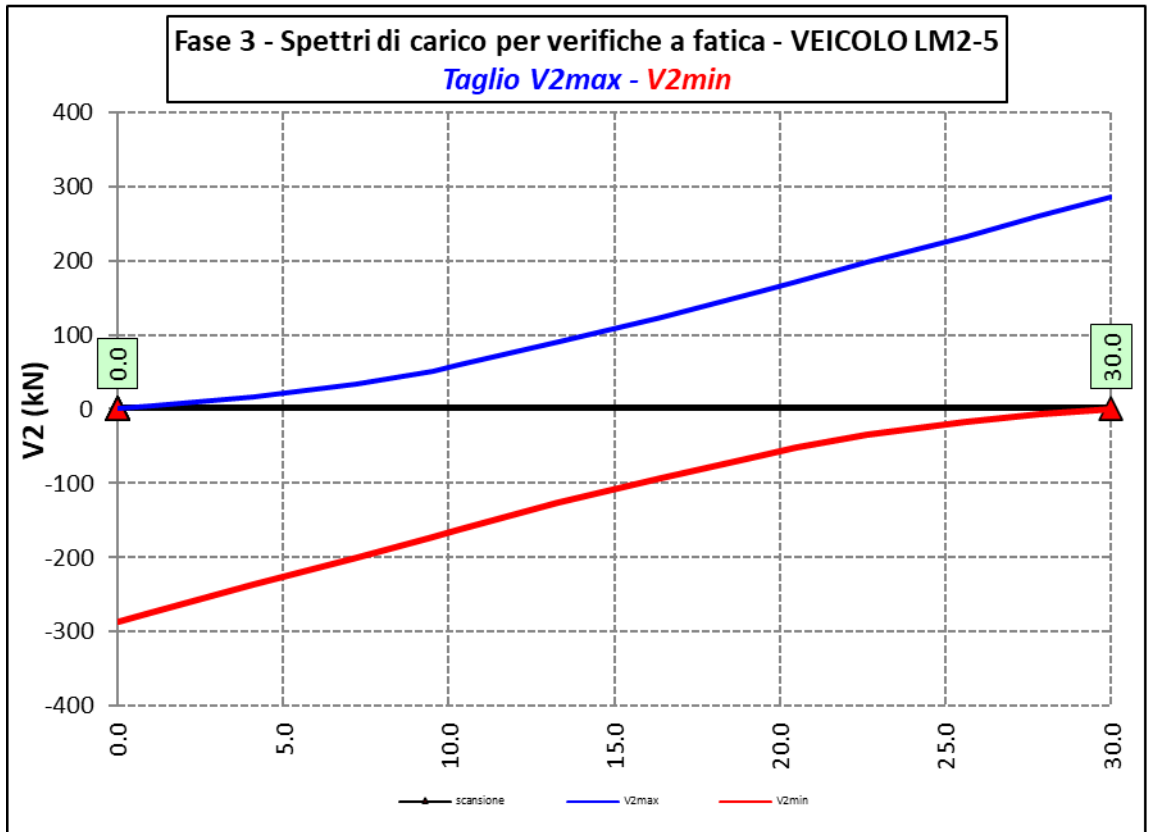
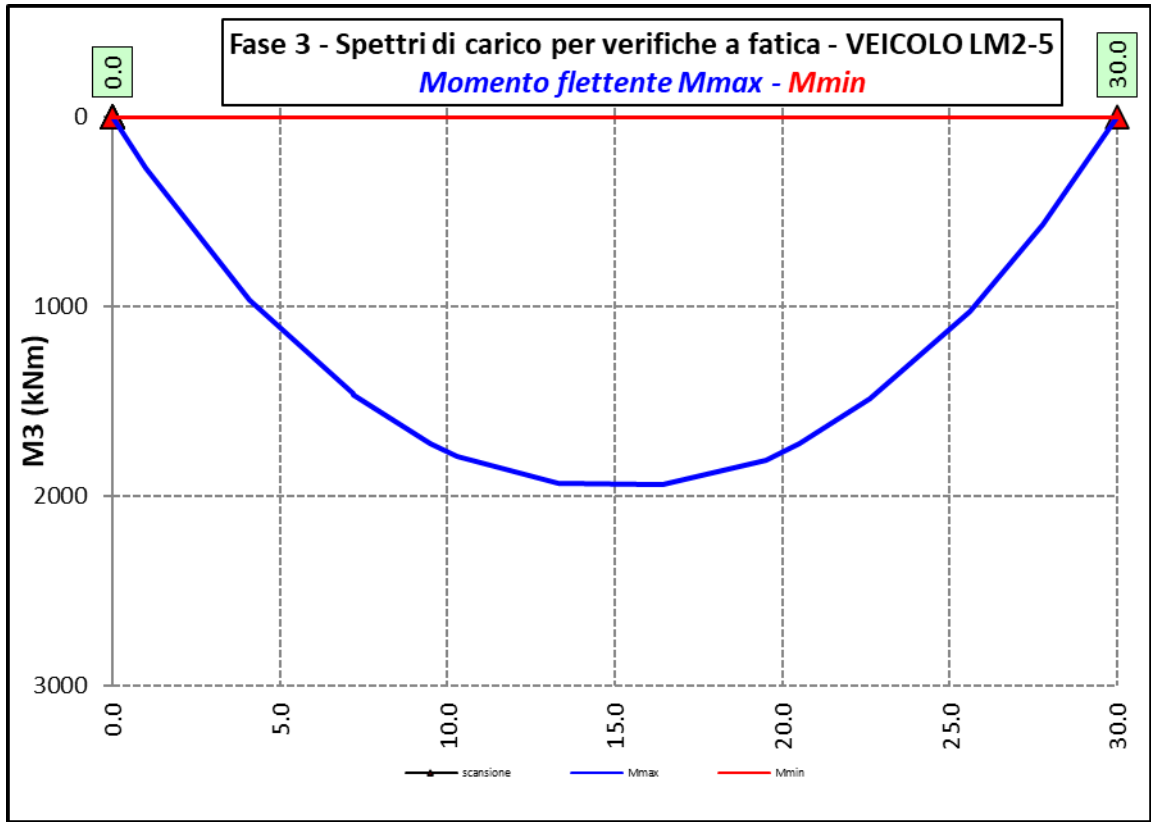


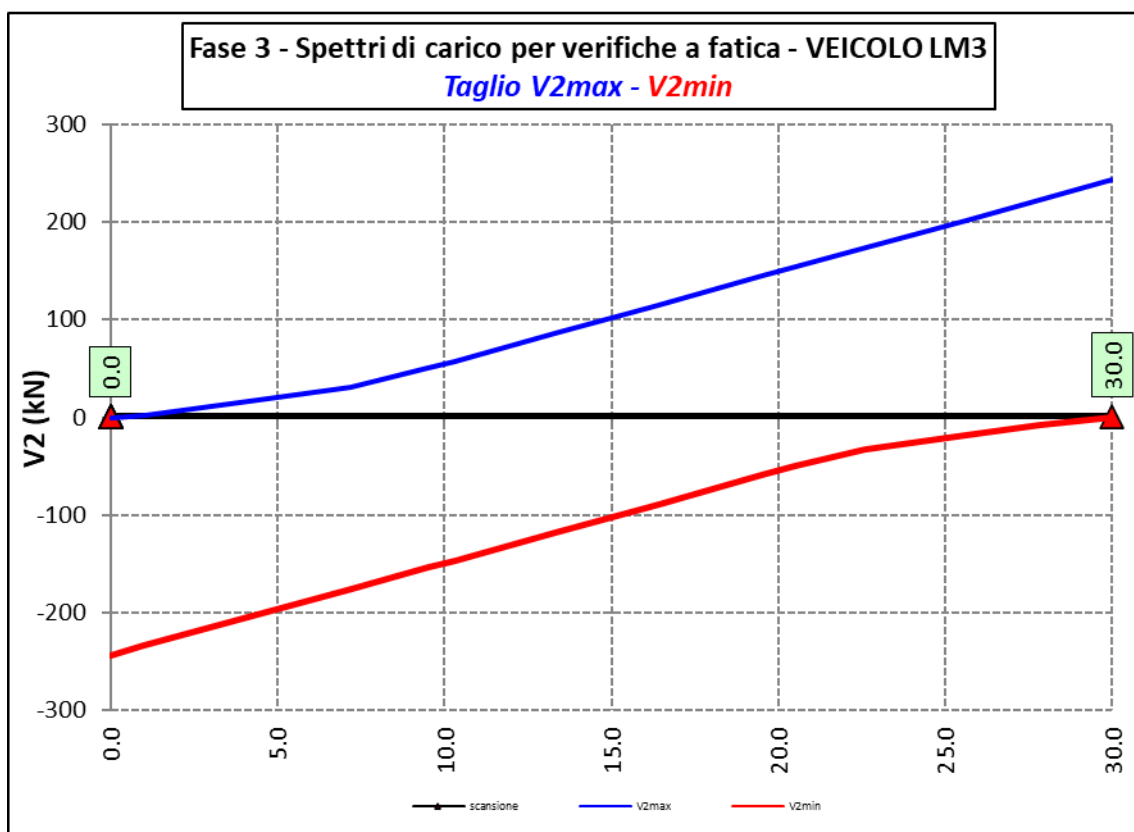
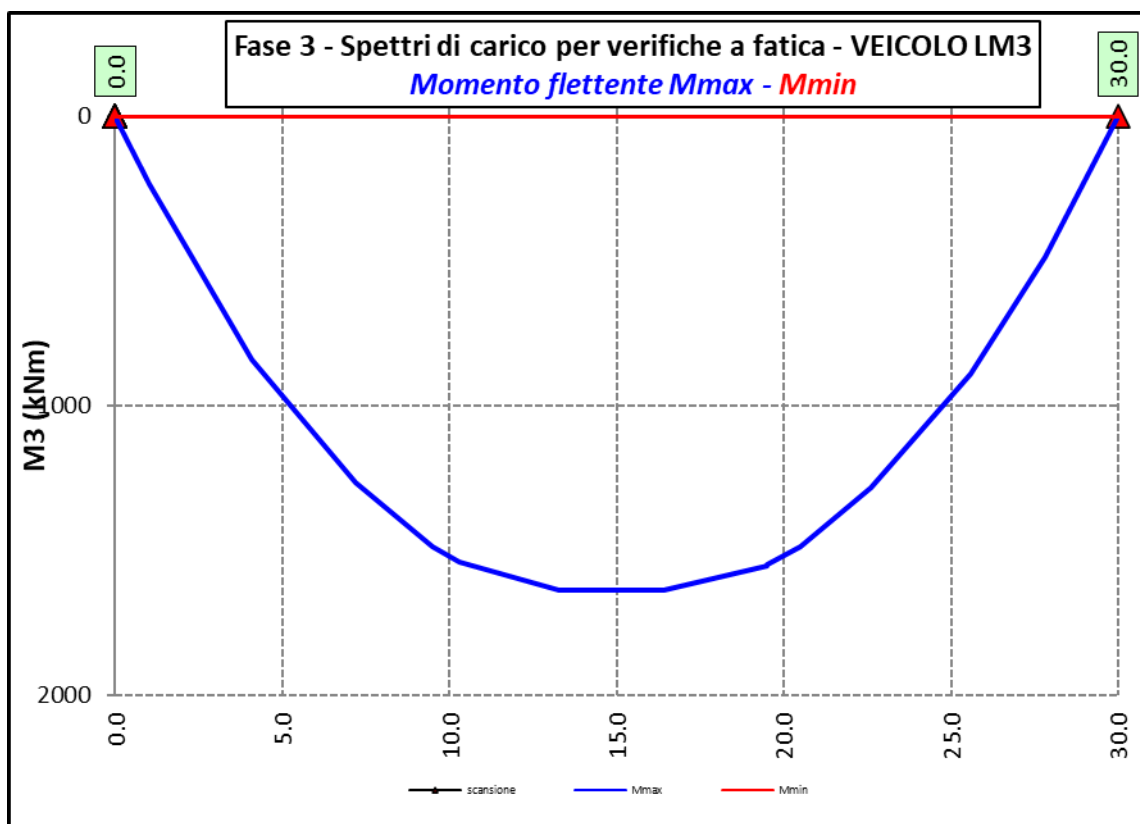







<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	





S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

Ai fini delle verifiche statiche delle travi principali agli SLU sono state considerate le combinazioni di carico illustrate al paragrafo 5.3.

In allegato si riporta il riepilogo delle caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU.

### 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  $C_\theta$  definita come:

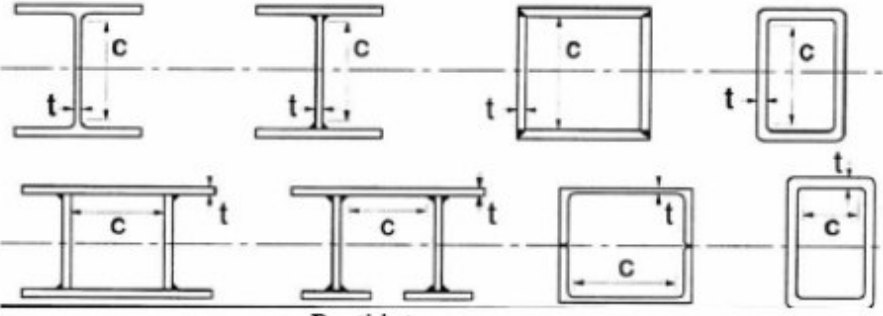
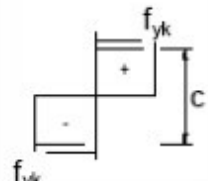
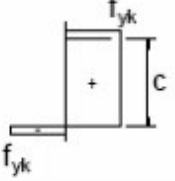
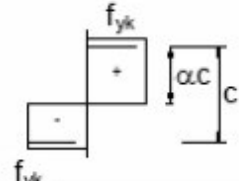
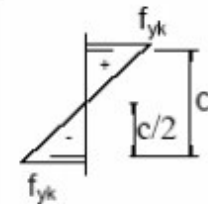
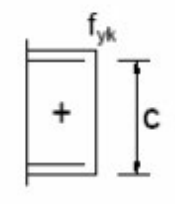
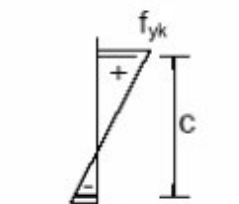
$$C_\theta = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

Essendo  $\vartheta_r$  e  $\vartheta_y$  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.



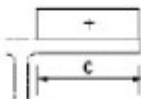
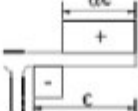
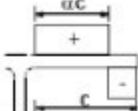
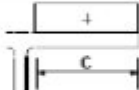
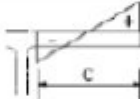
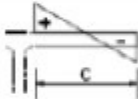
Le sezioni di classe 1 e 2 si definiscono compatte, quelle di classe 3 moderatamente snelle e quelle di classe 4 snelle. Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, le Tab. 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.IV delle NTC2018, di seguito riportate, forniscono indicazioni per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


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

						
Parti interne compresse						
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione		Parte soggetta a flessione e a compressione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$		quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$		
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$		quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$		quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$		
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

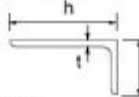
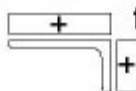

\*)  $\psi \leq -1$  si applica se la tensione di compressione  $\sigma \leq f_{yk}$  o la deformazione a trazione  $\epsilon_y > f_{yk}/E$

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	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9e}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10e}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_e}$ Per $k_e$ vedere EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

<div>Angolari</div>  <p>Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti</p>						
Classe		Sezione in compressione				
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)						
3		$h/t \leq 15\varepsilon \qquad \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$				
<div>Sezioni Tubolari</div> 						
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
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\varepsilon^2$	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.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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;

$\gamma_{M1}$  è il fattore parziale di sicurezza assunto pari a 1.10;

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



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

Tabella 6.1 – Fattore  $\chi_w$  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  $k_\tau$  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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

in cui:

$M_{f,Rd}$

è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

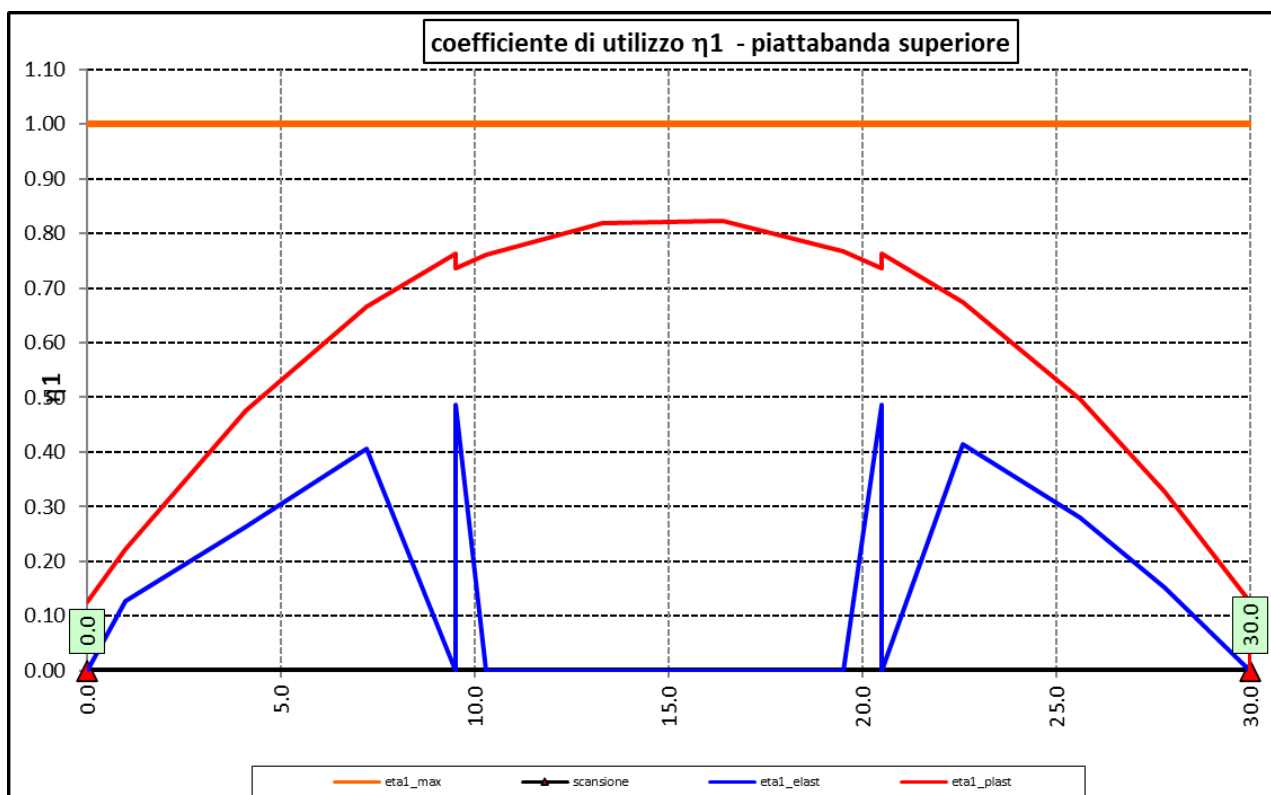
$M_{Pl,Rd}$

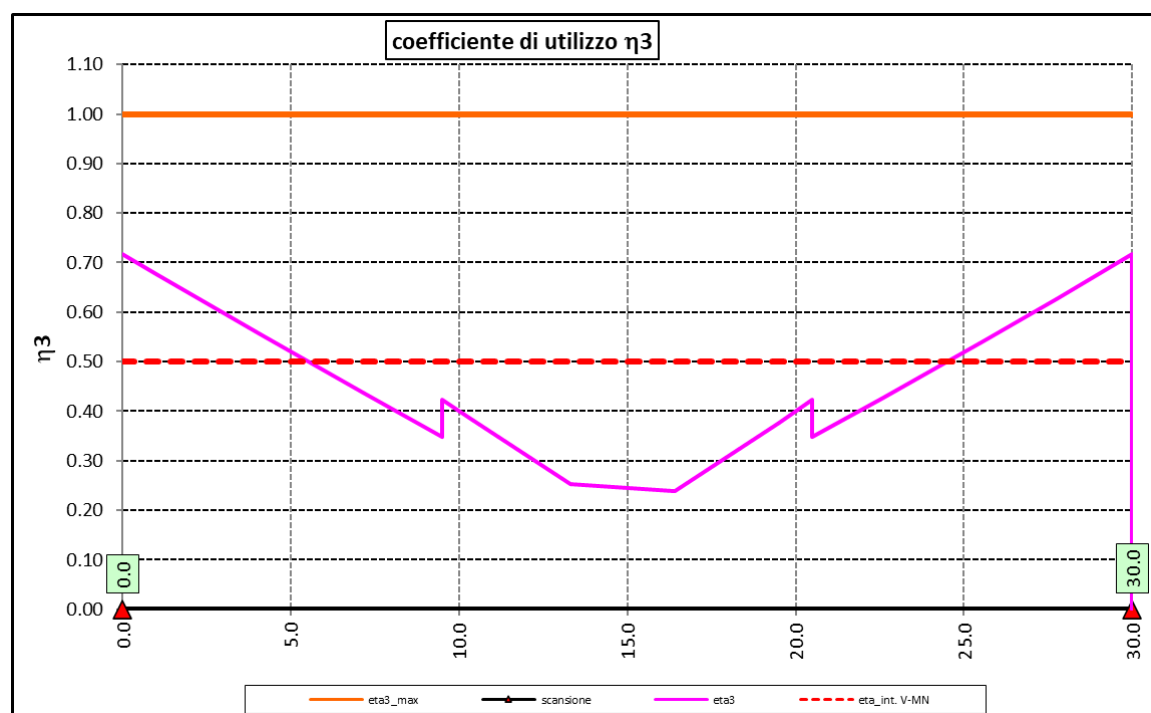
è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

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

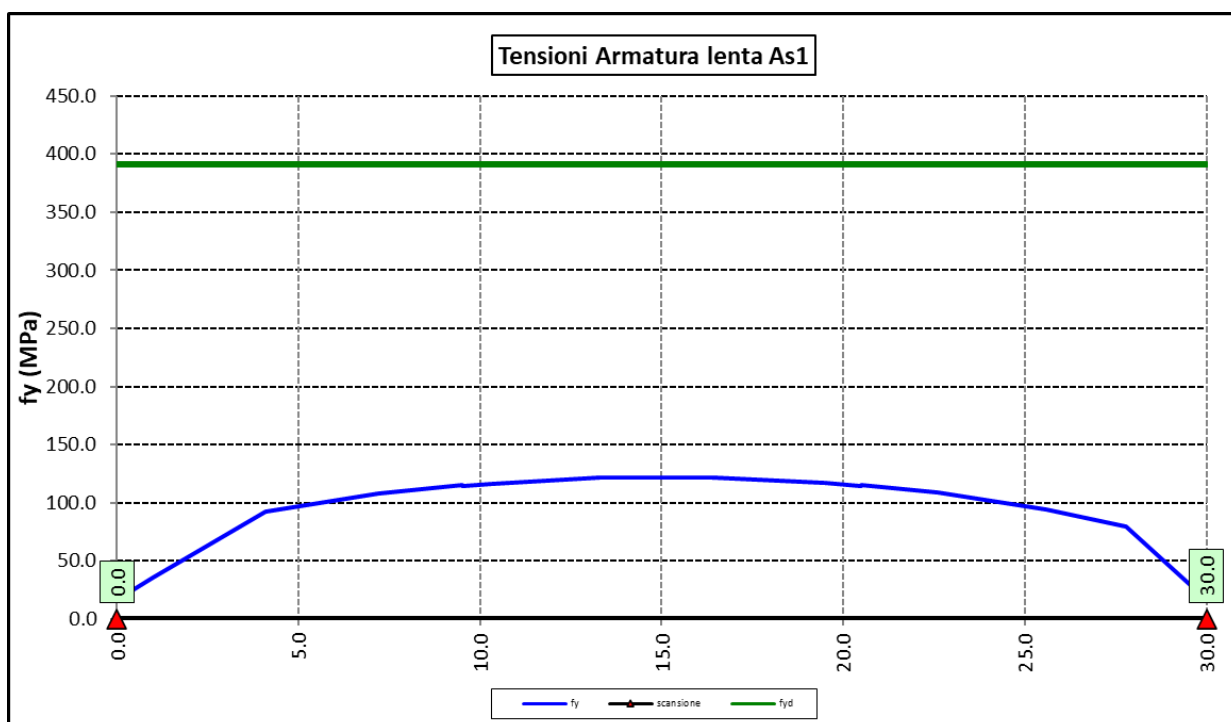
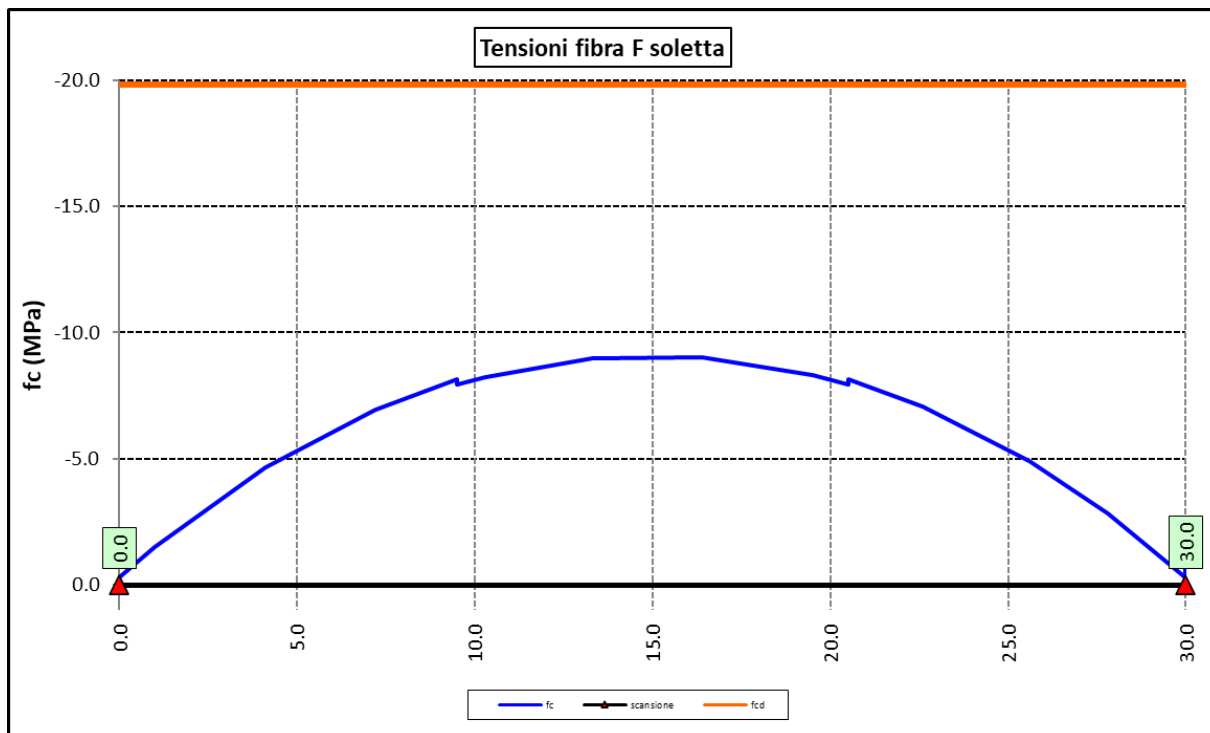
### 6.3.1.5 Risultati verifiche travi principali agli SLU per pressoflessione, taglio e interazione taglio-momento

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





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

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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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.

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;

$k_{\sigma}$  e  $k_{\tau}$  sono i coefficienti di imbozzamento in campo elastico;

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

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:

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

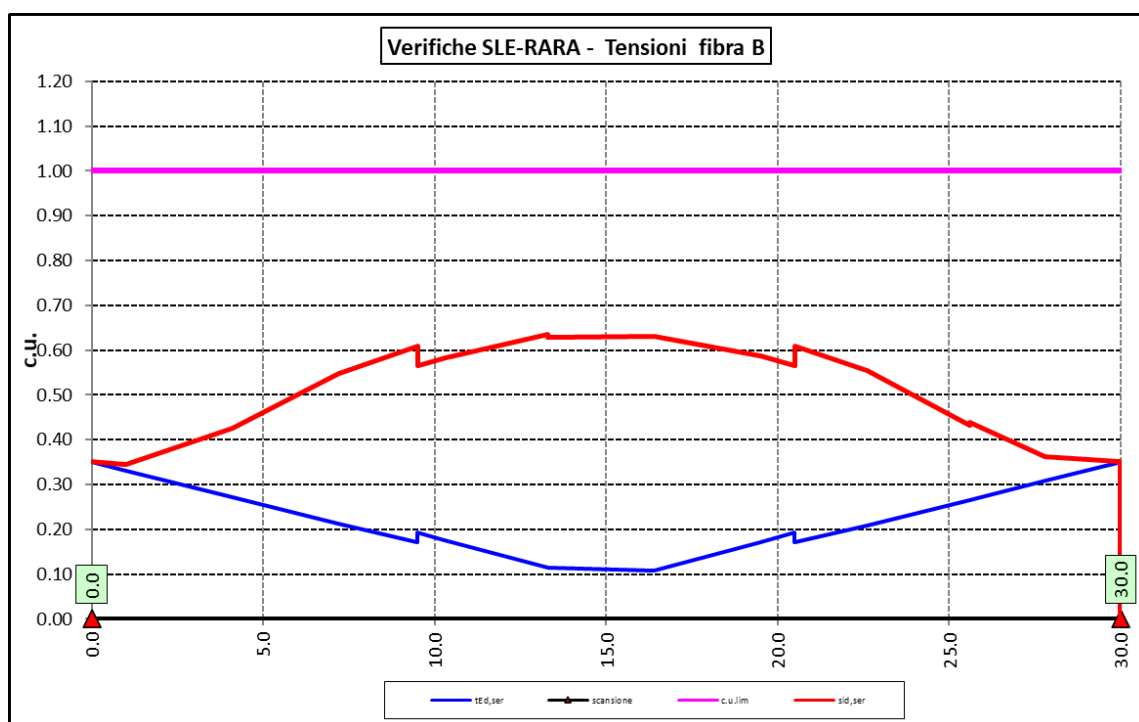
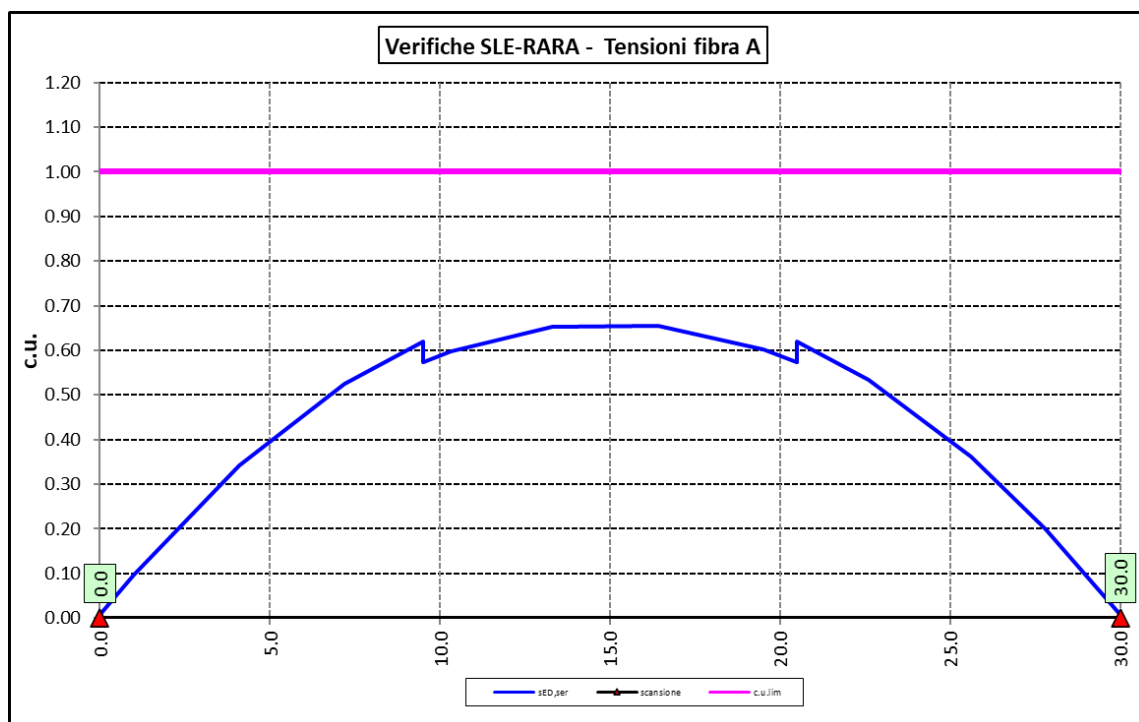
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

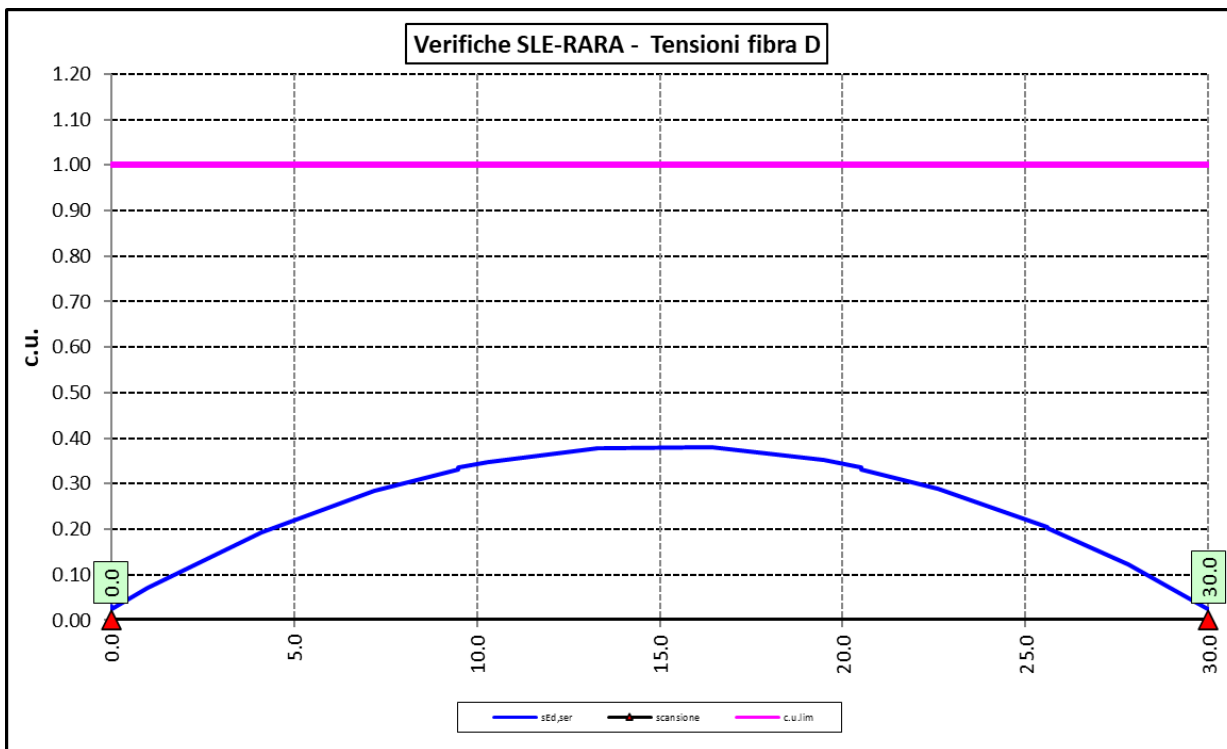
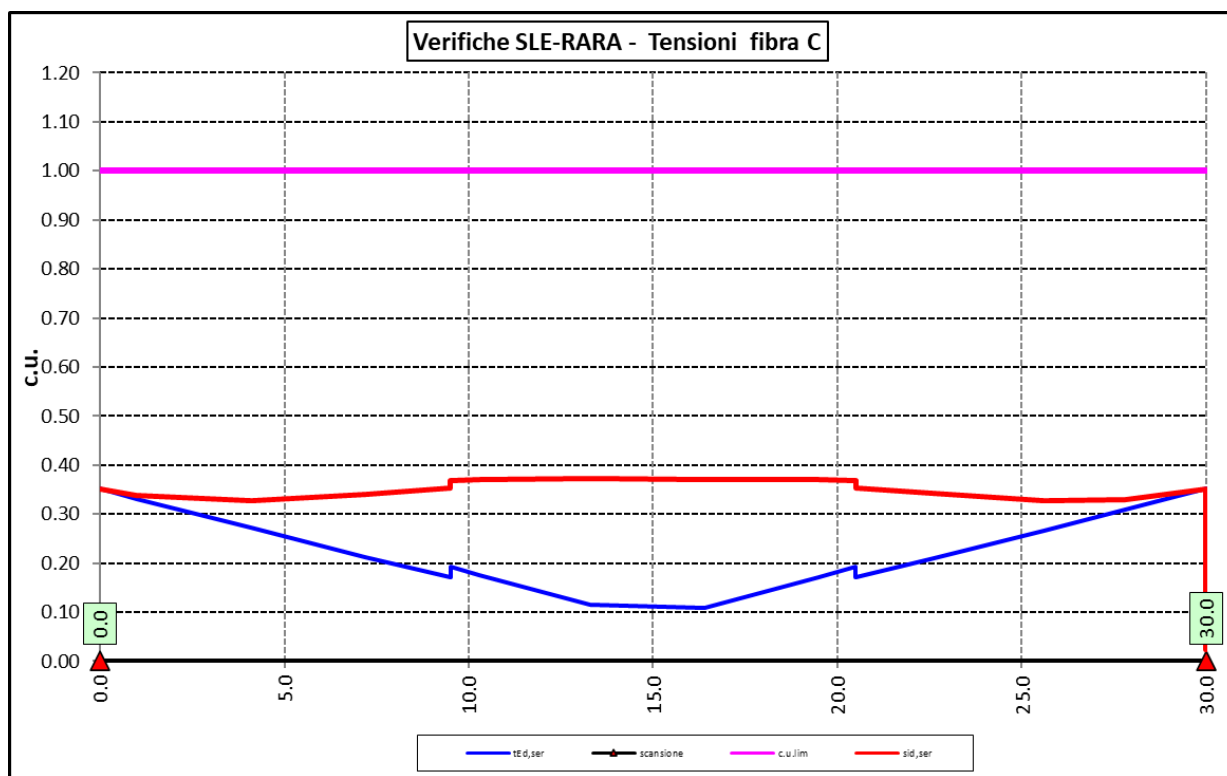
Il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_{M,ser}$  è stato assunto come raccomandato in EN 1993-2:2006 (EC3-2) pari a 1.


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:



CA350

Relazione tecnica e di calcolo CV01



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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.

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  $\gamma_{Mf}$ . Il coefficiente  $\gamma_{Mf}$  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 ( $\gamma_{Mf}$ )	Conseguenze significative ( $\gamma_{Mf}$ )
Danneggiamento accettabile	1,00	1,15
Vita utile a fatica (Safe Life)	1,15	1,35

Tabella 6.2. Coefficienti parziali  $\gamma_{Mf}$

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 da 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)

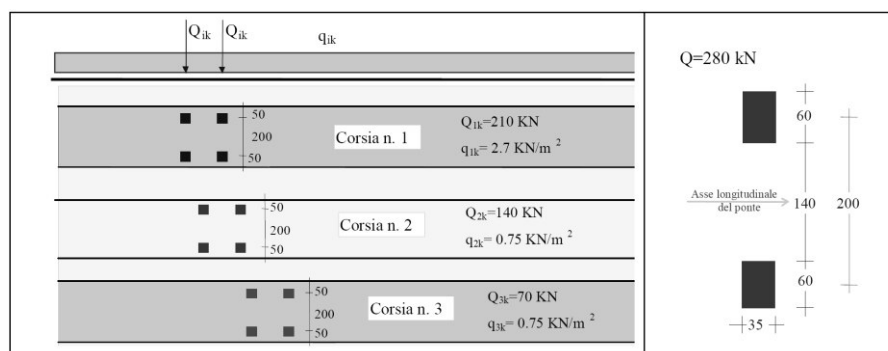



Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

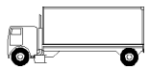

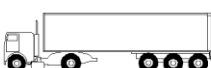


SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

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)

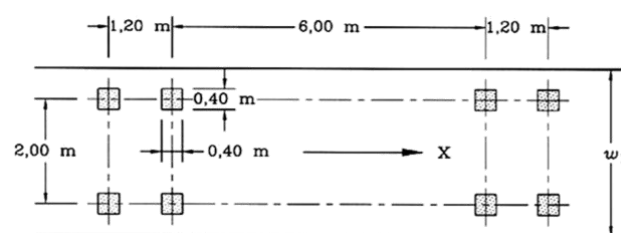



Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

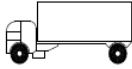
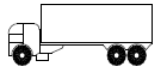
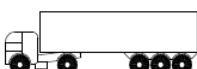
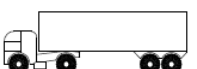

Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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  $\lambda$ , 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  $\varphi_{fat}$  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 cavalcavia.


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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

	Descrizione del Particolare	$\Delta\sigma_c$ (Mpa) 2·10 <sup>6</sup> cicli		$\Delta\sigma_D$ (Mpa) 5·10 <sup>6</sup> cicli (1)		Size Effect
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 <u>Tmin ≤ 25 mm</u> e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (2).  Tmin = spessore minimo delle piattabande da unire	90		66,3		NO (3)
6	Saldatura di testa delle piattabande con <u>Tmin &gt; 25 mm</u> e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (4).  Tmin = spessore minimo delle piattabande da unire	Tmin	$\Delta\sigma_c$	Tmin	$\Delta\sigma_D$	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	
7	Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione tra elementi di spessore	71		52,3		NO (3)

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

	<p>differente con assi allineati con <math>T_{min} \leq 25</math> mm</p> <p><math>T_{min}</math> = spessore minimo delle anime da unire</p>			
--	---	--	--	--

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  $\Delta\sigma_{C,rid}(T_{min}) = \Delta\sigma_C(25 \text{ mm}) \times K_s$ ;  $K_s = (25 / T_{min})^{0,2}$

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  $\gamma$  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:

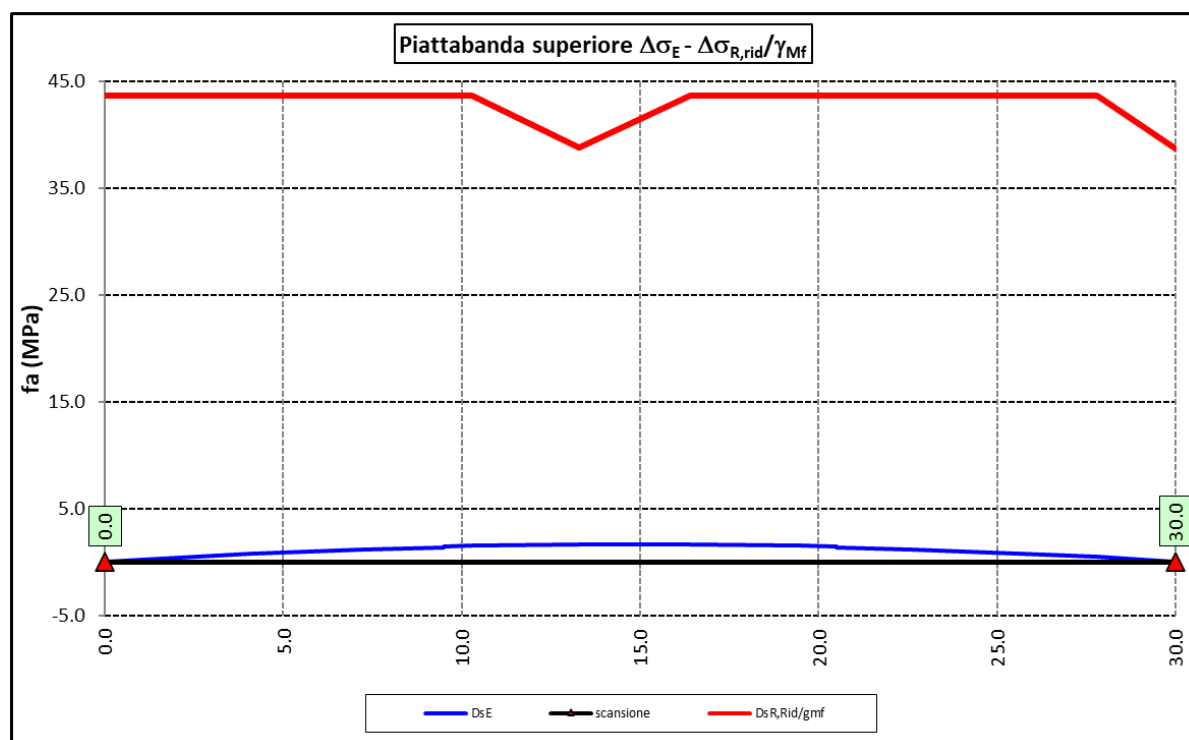
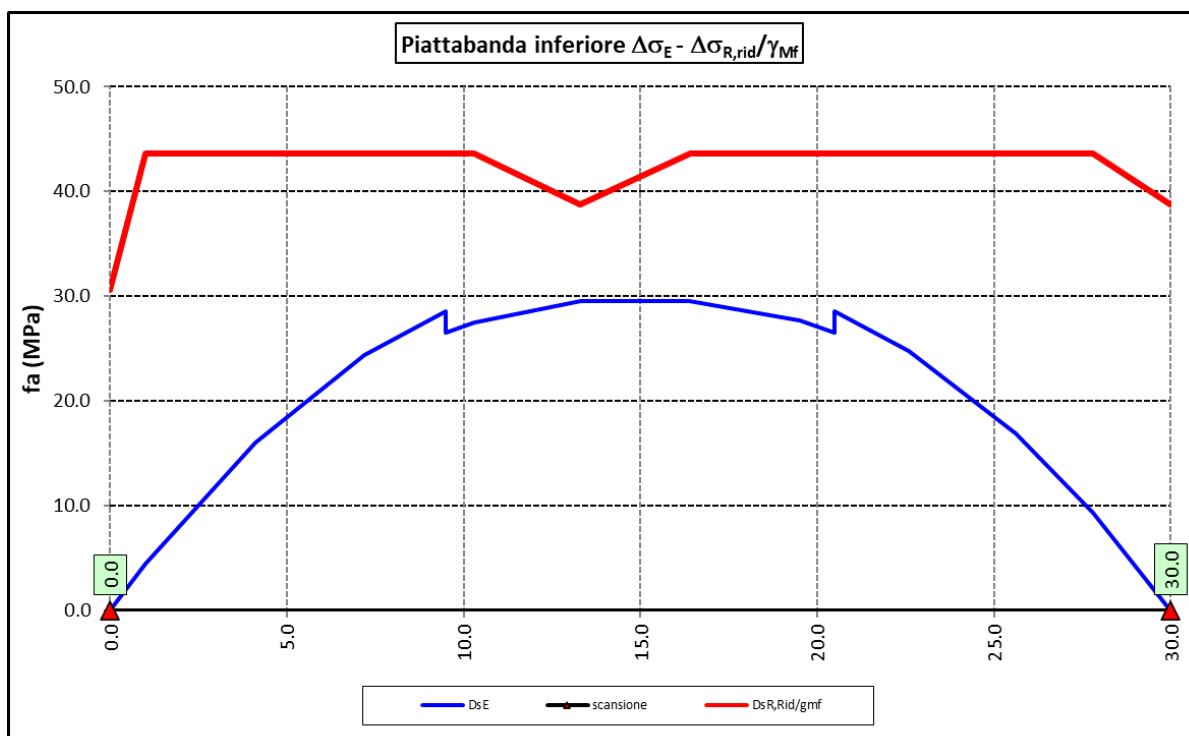
- Il diagramma dell'involuppo dei  $\Delta\sigma$  (in Mpa) dovuti ai cinque veicoli che formano il carico LM2 ( $\Delta\sigma_E$ ).
- Il diagramma dei  $\Delta\sigma$  "Resistenti ridotti" ( $\Delta\sigma_{R,rid}$ ) pari al valore dei  $\Delta\sigma_D$  riportati nella tabella divisi per il coeff. 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

Tale grafico è stato costruito usando come retta di riferimento il valore del particolare n° 1 (presente ad interasse di circa 5 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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  $\beta_1$  e  $\beta_2$  forniti dalla seguente tabella in funzione del grado di acciaio:

**Tabella 4.2.XIV** Valori dei coefficienti  $\beta_1$  e  $\beta_2$

	S235	S275 - S355	S420 - S460
$\beta_1$	0,85	0,70	0,62
$\beta_2$	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  $\gamma_{Mf}$ , a partire dal delta di tensione resistente per  $2 \times 10^6$  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.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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:

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	$\gamma_v$		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	$\alpha$		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 ( $k_s \times P_{RD}$ )	$P_{RD,SLE}$	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:

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

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


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

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

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta tesa:

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



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$$\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C \cdot \gamma_{Mf}} + \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C \cdot \gamma_{Mf,s}} \leq 1,3$$

controllo sull'interazione fra  $\Delta\tau$  e  $\Delta\sigma$

Con:

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

$\Delta\sigma_C$  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  $\lambda_v$  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	$\gamma_{Ff}$		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	$\gamma_{Mf}$		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_I)$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_I)$	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	$t_{Ld}$	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	$Q_{m1}$	kN	445
numero	$N_{obs}$		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	$\lambda_2$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_3$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_4$		1.00
fattore lambda v 1	$\lambda_{v1}$		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	$\lambda_{v2}$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_{v3}$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_{v4}$		1.00
fattore lambda v	$\lambda_v$		1.437

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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.

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

		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
Nodo	Progr (m)	fg1 (m)	fg2 (m)	fr (m)	fperm (m)	L(m)									f <sub>Cf-t</sub> (m)
1	0.00	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
2	1.00	-0.006	-0.001	0.000	-0.007	30.000	-0.200	OK!	-0.002	-0.001	0.000	-0.003	-0.060	OK!	0.008
3	4.10	-0.024	-0.005	0.000	-0.029	30.000	-0.200	OK!	-0.007	-0.006	0.000	-0.012	-0.060	OK!	0.032
4	7.20	-0.040	-0.008	0.000	-0.047	30.000	-0.200	OK!	-0.011	-0.009	0.000	-0.020	-0.060	OK!	0.052
5	9.50	-0.048	-0.009	0.000	-0.058	30.000	-0.200	OK!	-0.014	-0.011	0.000	-0.025	-0.060	OK!	0.064
6	10.30	-0.051	-0.010	0.000	-0.061	30.000	-0.200	OK!	-0.014	-0.011	0.000	-0.026	-0.060	OK!	0.067
7	13.30	-0.057	-0.011	0.000	-0.067	30.000	-0.200	OK!	-0.016	-0.013	0.000	-0.029	-0.060	OK!	0.075
8	16.40	-0.057	-0.011	0.000	-0.068	30.000	-0.200	OK!	-0.016	-0.013	0.000	-0.029	-0.060	OK!	0.075
9	19.50	-0.051	-0.010	0.000	-0.061	30.000	-0.200	OK!	-0.015	-0.012	0.000	-0.026	-0.060	OK!	0.068
10	20.50	-0.048	-0.009	0.000	-0.058	30.000	-0.200	OK!	-0.014	-0.011	0.000	-0.025	-0.060	OK!	0.064
11	22.60	-0.041	-0.008	0.000	-0.048	30.000	-0.200	OK!	-0.011	-0.009	0.000	-0.021	-0.060	OK!	0.054
12	25.60	-0.026	-0.005	0.000	-0.031	30.000	-0.200	OK!	-0.007	-0.006	0.000	-0.013	-0.060	OK!	0.034
13	27.80	-0.013	-0.003	0.000	-0.016	30.000	-0.200	OK!	-0.004	-0.003	0.000	-0.007	-0.060	OK!	0.018
14	30.00	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:

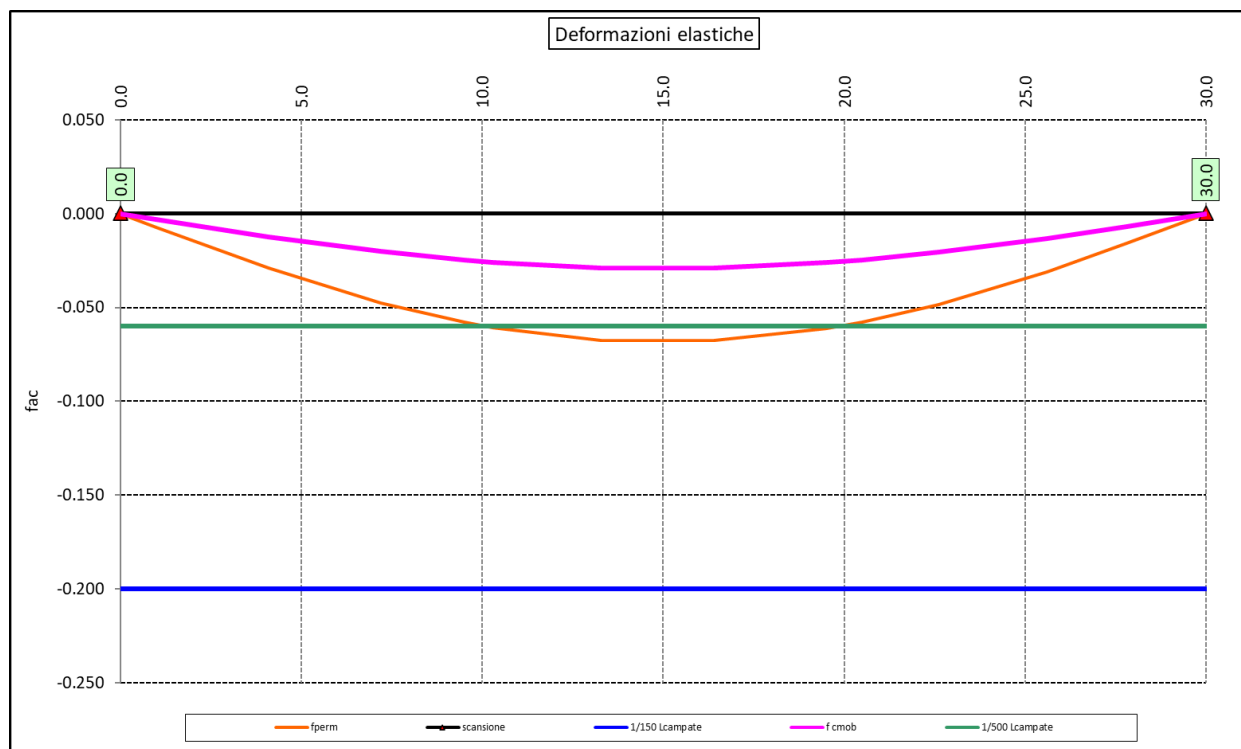



Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

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.

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

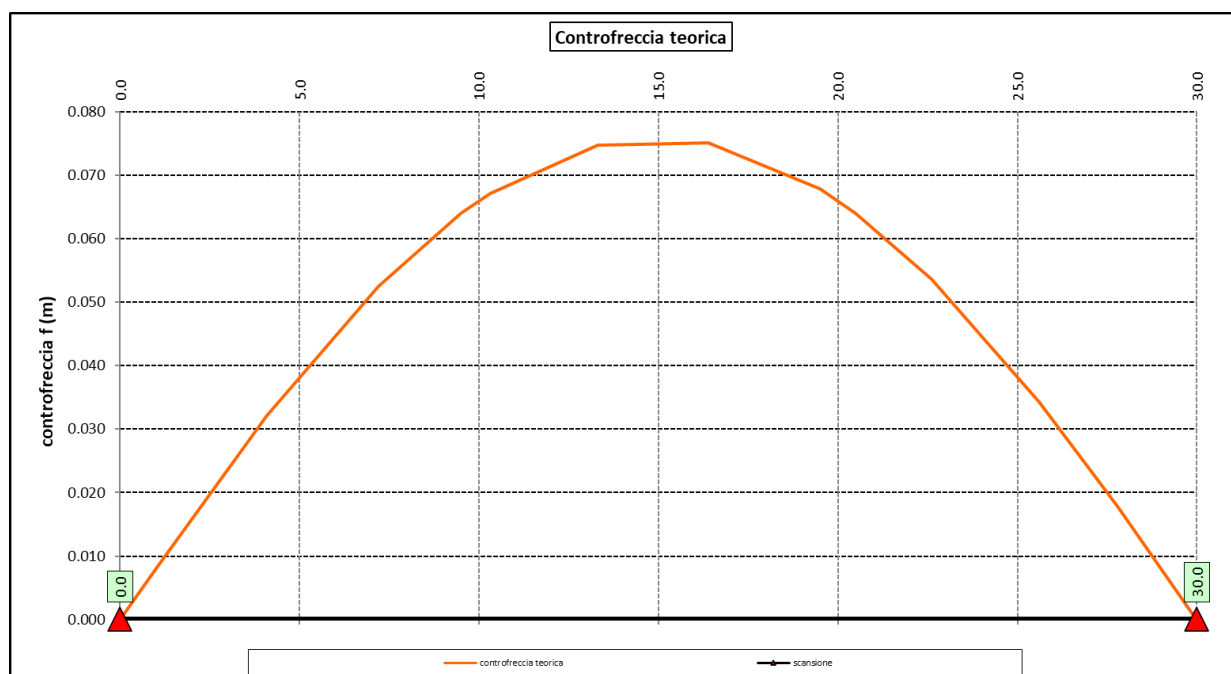


Figura 6.9. Travi principali – controfreccia teorica

## 6.5 Verifiche dei trasversi


### 6.5.1 Verifiche dei trasversi di campata

Ai trasversi correnti è affidato il compito di :

- impedire l'instabilità delle piattabande inferiori compresse delle travi principali;
- resistere alle azioni trasversali generate dal vento, trasferendole alla soletta di impalcato.

Le sollecitazioni sono state determinate con l'ausilio di un modello a telaio che schematizza il trasverso ed i montanti, con sezione a "T" formata dall'irrigidimento verticale e da una porzione dell'anima delle travi principali di larghezza pari a  $b_w = 2 \cdot 15 \cdot \varepsilon \cdot t + t_{st}$ .

Sono stati considerate le seguenti azioni:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

1. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dal vento agli SLU, agenti sulla superficie laterale della trave e relative ad una larghezza di influenza pari all'interasse tra i trasversi (**Load Hvento**);

Tenendo conto che tale azione è considerata concomitante agli effetti dei carichi mobili (azione dominante), è stato assunto un coefficiente parziale per verifiche SLU pari a **0.90**.

La figura seguente illustra il modello di calcolo implementato:



Figura 6.10. Modello di calcolo - Trasverso di campata DI

#### 6.5.1.1 Carichi agenti sul trasverso

- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:  
 $H_{vento} = 1.93 \times 6.15 \times (0.6 \times 1.5) = 10.68 \text{ kN/m.}$

#### 6.5.1.2 Sollecitazioni di progetto

Si riportano di seguito le sollecitazioni indotte sui traversi di campata maggiormente sollecitati, ovvero quelli aventi un'altezza della trave maggiore. Si rimanda agli allegati per le verifiche delle altre sezioni.

Le figure seguenti illustrano gli le sollecitazioni per verifiche agli SLU:

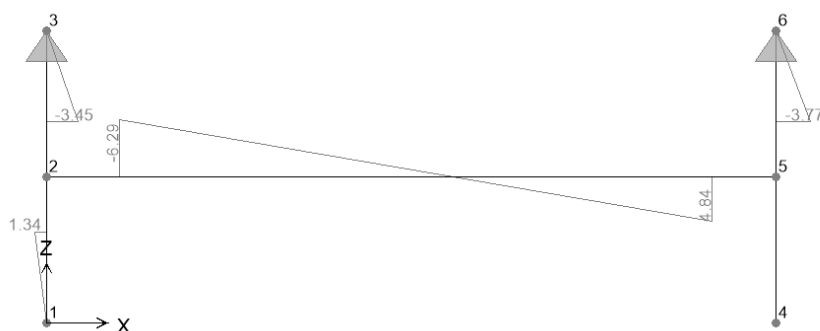


Figura 6.11. Trasverso di campata – Momento flettente SLU


S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	



Figura 6.12. Trasverso di campata – Sforzo normale SLU



Figura 6.13. Trasverso di campata – Sforzo di taglio SLU

### 6.5.1.3 Verifiche di resistenza ed instabilità SLU

Le verifiche di resistenza SLU del trasverso e del montante sono state condotte in campo elastico.

La verifica di instabilità flessione-torsionale agli SLU del trasverso è stata condotta in accordo al § 4.2.4.1.3.2 delle NTC18.


Si rimanda allo specifico allegato.

### 6.5.2 Verifiche dei trasversi di appoggio - spalla

I trasversi di appoggio, presenti in corrispondenza delle spalle, garantiscono il trasferimento delle azioni verticali e orizzontali alle sottostrutture.

Gli sforzi normali agenti sui montanti sono pari alle reazioni vincolari fornite dalle analisi delle travi principali.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti sono state determinate con l'ausilio di un modello a telaio che schematizza il trasverso ed i montanti. La sezione resistente dei montanti è costituita dalle tre coppie di irrigidimenti verticali previste, e da una larghezza di anima pari alla somma della distanza tra le coppie di irrigidimenti più esterne alla larghezza collaborante  $2 \cdot 15 \cdot \varepsilon \cdot t + t_{st}$ .

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Sono state considerate le seguenti azioni:

1. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dalla soletta ai due montanti per effetto del sisma agli SLV;
  2. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dalla soletta ai due montanti per effetto del vento fattorizzate.
- Tenendo conto che tale azione è considerata concomitante agli effetti dei carichi mobili (azione dominante), è stato assunto un coefficiente parziale per verifiche SLU pari a **0.90**.

Le azioni orizzontali relative al sisma SLV agente in direzione trasversale ad al vento hanno entità pari azioni orizzontali agenti sugli apparecchi di appoggio determinate nell'ambito delle analisi delle sottostrutture.

#### 6.5.2.1 Trasversi di spalla

La figura seguente illustra il modello di calcolo implementato:




Figura 6.14. Modello di calcolo - Trasverso di appoggio – spalla

#### Azioni agenti sui trasversi di appoggio

- Azioni orizzontali in testa ai montanti – sisma SLV:  
 $H_t\text{-SLV} = 1104/2 = 552 \text{ kN}$
- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:  
 $H_t\text{-vento} = 154 \times 0.9 / 2 = 69.3 \text{ kN/m.}$

#### Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti illustrano le sollecitazioni per verifiche agli SLU:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

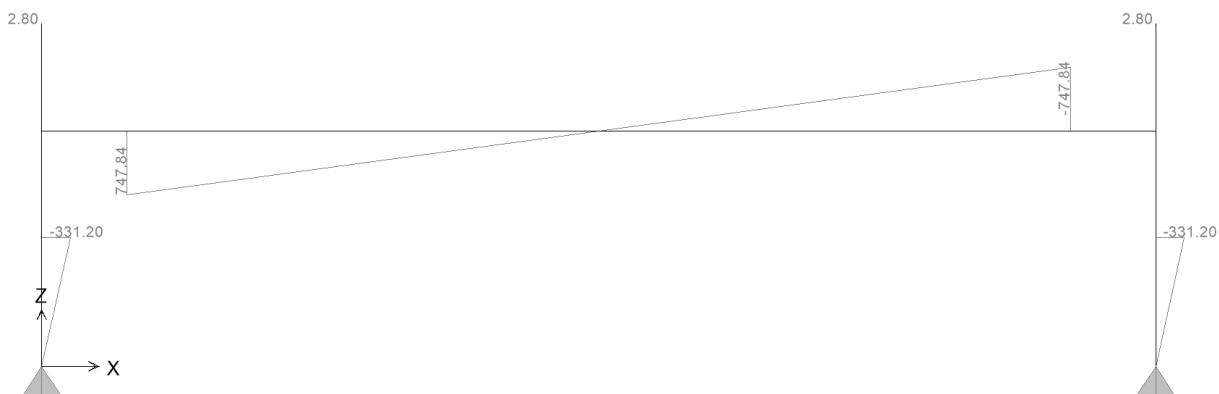


Figura 6.15. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente Ht-SLV

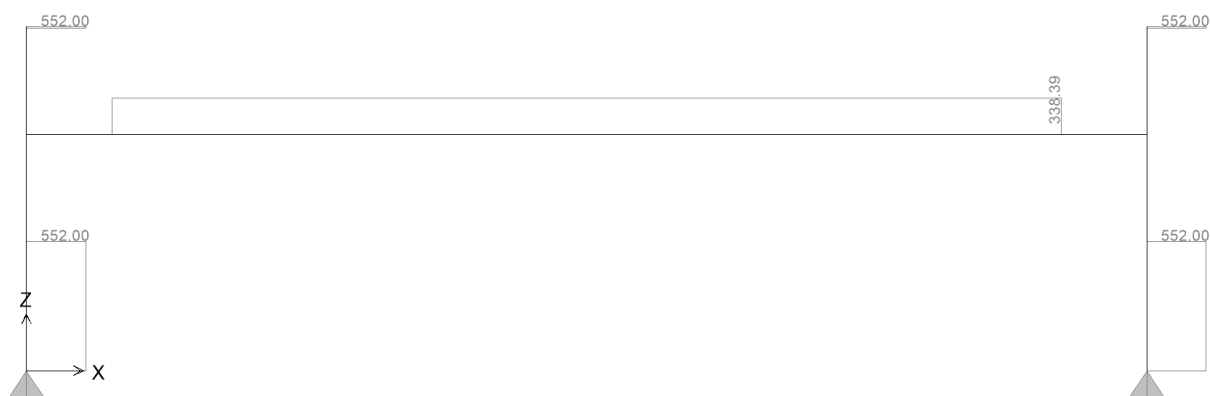


Figura 6.16. Trasverso di appoggio spalla – Sforzo di taglio Ht-SLV

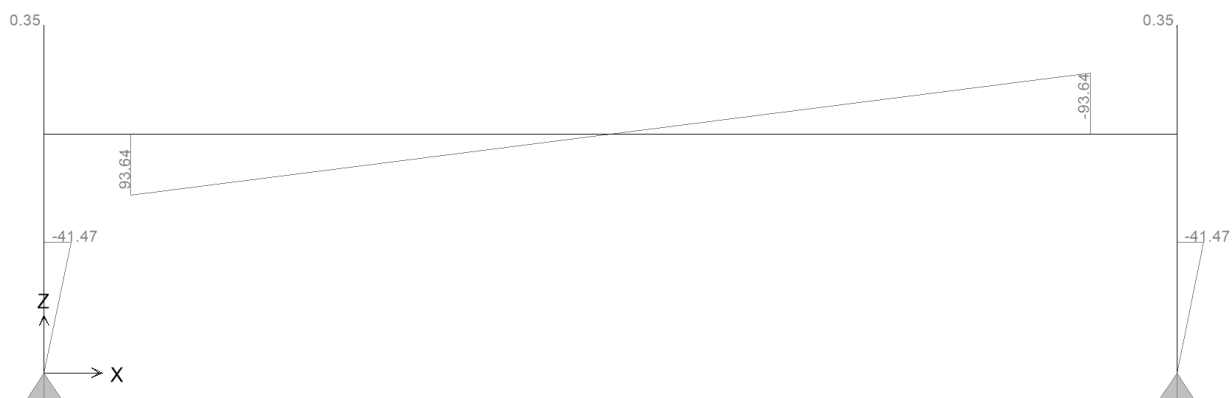



Figura 6.17. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente Ht-vento

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

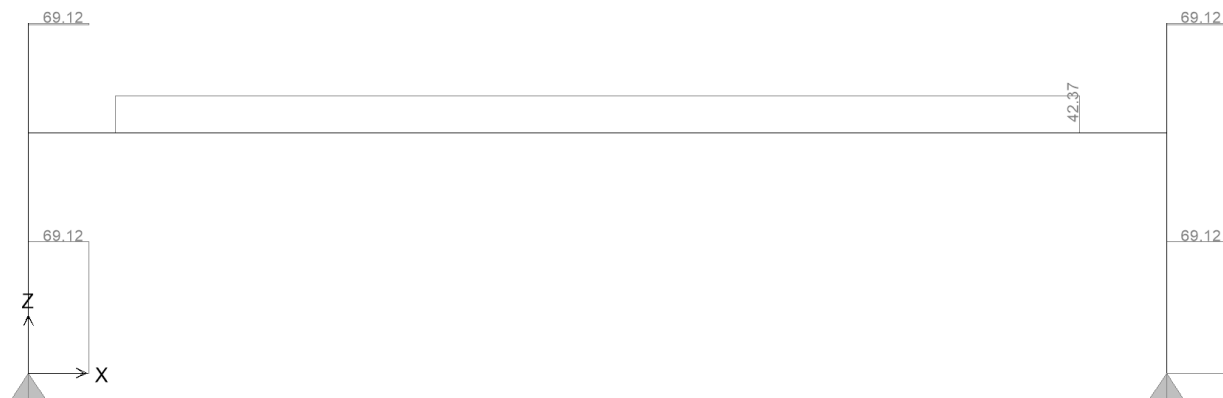


Figura 6.18. Trasverso di appoggio spalla – Sforzo di taglio Ht-vento

Gli sforzi normali agenti concomitanti sui montanti sono pari a:

- Verifiche SLV: NEd = 950 kN
- Verifiche SLU: NEd = 2800 kN
- 

#### **Verifiche di resistenza ed instabilità SLU**

Le verifiche sono state condotte secondo quanto specificato al par. 6.5.1.3

Si rimanda allo specifico allegato.

### **6.6 Verifiche locali dei trasversi spalla**

E' previsto che i trasversi di spalla, siano collegati alla soletta di impalcato mediante piolatura, per fornire sostegno alla soletta medesima in direzione longitudinale, in prossimità del giunto. In questo paragrafo si illustrano le verifiche dei trasversi per azioni dirette esercitate dai carichi mobili (verifiche locali).

#### **6.6.1 Analisi dei carichi direttamente trasmessi dalla soletta**


##### **6.6.1.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1**

Nell'ambito dell'analisi della trave, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano il trasverso, considerando un coefficiente maggiorativo pari a 1.20 che tiene conto dell'incidenza delle unioni bullonate.

Il peso proprio trasmesso dalla soletta è stato valutato con riferimento ad una larghezza pari a due volte lo sbalzo di testata:

- Soletta in c.a. nelle zone di sbalzo:  $2.0 \times 0.33 \times 25.0 = 16.5$  kN/ml
- Soletta in c.a. tra le travi:  $2.0 \times 0.37 \times 25.0 = 18.5$  kN/ml



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Nel caso in esame, essendo la soletta variabile, lo spessore della soletta è stato considerato costante a tratti, utilizzando il valore medio dello spessore riscontrato nelle zone interessate.

#### 6.6.1.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

I permanenti portati agenti sulla sezione di impalcato sono quelli illustrati al par. 5.2.2.1.

Si considera una larghezza della soletta gravante pari a due volte lo sbalzo di testata:

- Cordoli in c.a.:  $2.0 \times 0.20 \times 25.0 = 10.0$  kN/ml
- pavimentazione:  $2.0 \times 3.0 = 6.0$  kN/ml
- Guard-rail:  $2.0 \times 1.50 = 3.0$  kN
- Parapetti laterali:  $2.0 \times 0.50 = 1.0$  kN
- Velette di estremità:  $2.0 \times 1.40 = 2.8$  kN
- Tubazione di raccolta acque di piattaforma:  $2.0 \times 1.50 = 3.0$  kN

#### 6.6.1.3 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – $\epsilon_2$ e $\epsilon_3$

La deformazione da ritiro a tempo infinito è la seguente:

Ritiro del calcestruzzo ( $\epsilon_2$ )	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	Ec	MPa	34077
spessore dei getti in opera	hc	m	0.28
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	m <sup>2</sup>	0.555
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	1.85
coefficiente $h_0 = 2 \times Ac / u$	h0	mm	600
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	$\epsilon_c$		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	$\epsilon_{ca}$		0.00006
<b>deformazione totale finale per ritiro</b>	<b><math>\epsilon_{cs}</math></b>		<b>0.00026</b>

Nelle verifiche sono state considerate le sollecitazioni equivalenti agli effetti isostatici.

#### 6.6.1.4 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali compressivi degli effetti dinamici – q1

I carichi mobili presi in considerazione sono quelli descritti al paragrafo 5.2.6.3.


Le azioni direttamente agenti sul trasverso sono state determinate analizzando lo schema di trave semplicemente appoggiata, costituita dalla soletta in direzione longitudinale comprensiva di sbalzo di testata.

Le azioni trasmesse al trasverso sono fornite dalle seguenti espressioni:

- Carichi concentrati dello schema di carico 1:

$$R_{t,Q} = \frac{[(l + l_{sb}) \cdot 2 - 1.20]}{l} \cdot \varphi \cdot Q = \frac{[(6.15 + 1.0) \cdot 2 - 1.20]}{6.15} \cdot 1.3 \cdot Q = 2.77Q$$

- Carichi distribuiti dello schema di carico 1:

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$$R_{t_q} = \frac{(l + l_{sb})^2}{2 \cdot l} \cdot \varphi \cdot q = \frac{(6.15 + 1.0)^2}{2 \cdot 6.15} \cdot 1.3 \cdot q = 5.40q$$

Avendo considerato un coefficiente amplificativo pari a 1.3 per le azioni agenti in prossimità del giunto di estremità.

Le disposizioni trasversali dei carichi mobili che massimizzano le sollecitazioni sono illustrate nella figura seguente:

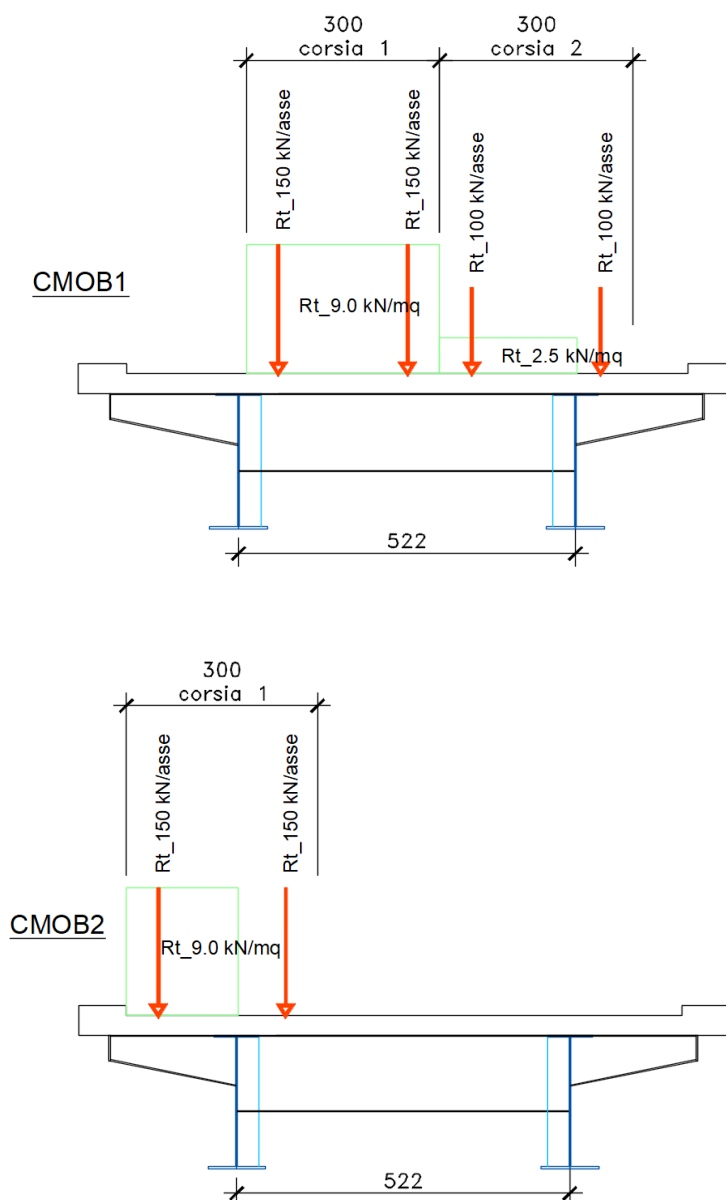



Figura 6.19. Disposizione trasversale carichi mobili per analisi trasverso di spalla

#### 6.6.1.5 Azioni della temperatura – q7

Si considera una variazione termica tra soletta e trasverso pari a  $\Delta T = \pm 10^\circ$ .

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Nelle verifiche sono state considerate le sollecitazioni equivalenti agli effetti isostatici.

### 6.6.2 Combinazioni di Carico

Le combinazioni prese in considerazione per le verifiche SLU ed SLE del traverso di spalla sono quelle esplicitate al paragrafo 5.

### 6.6.3 Analisi del trasverso di spalla

L'analisi statica della trave appoggiata è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000P®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 6.20. Geometria del modello di calcolo

#### 6.6.3.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono il trasverso di spalla considerate in fase di analisi.

#### 6.6.3.2 Applicazione dei carichi al modello

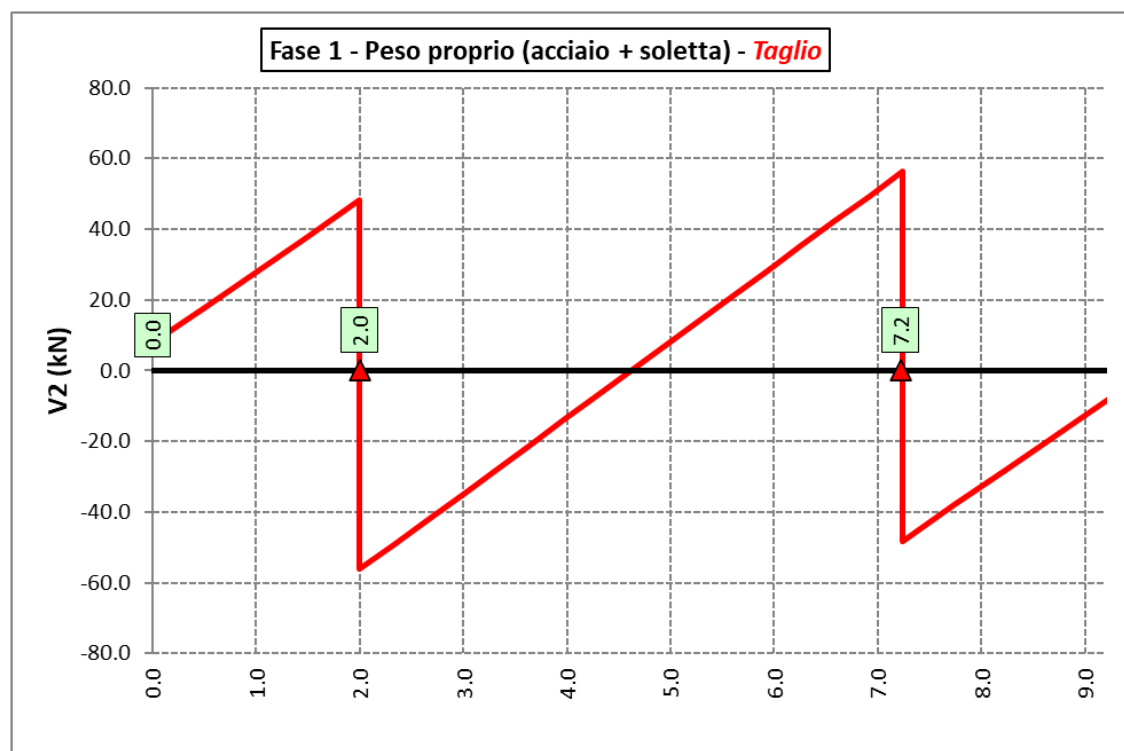
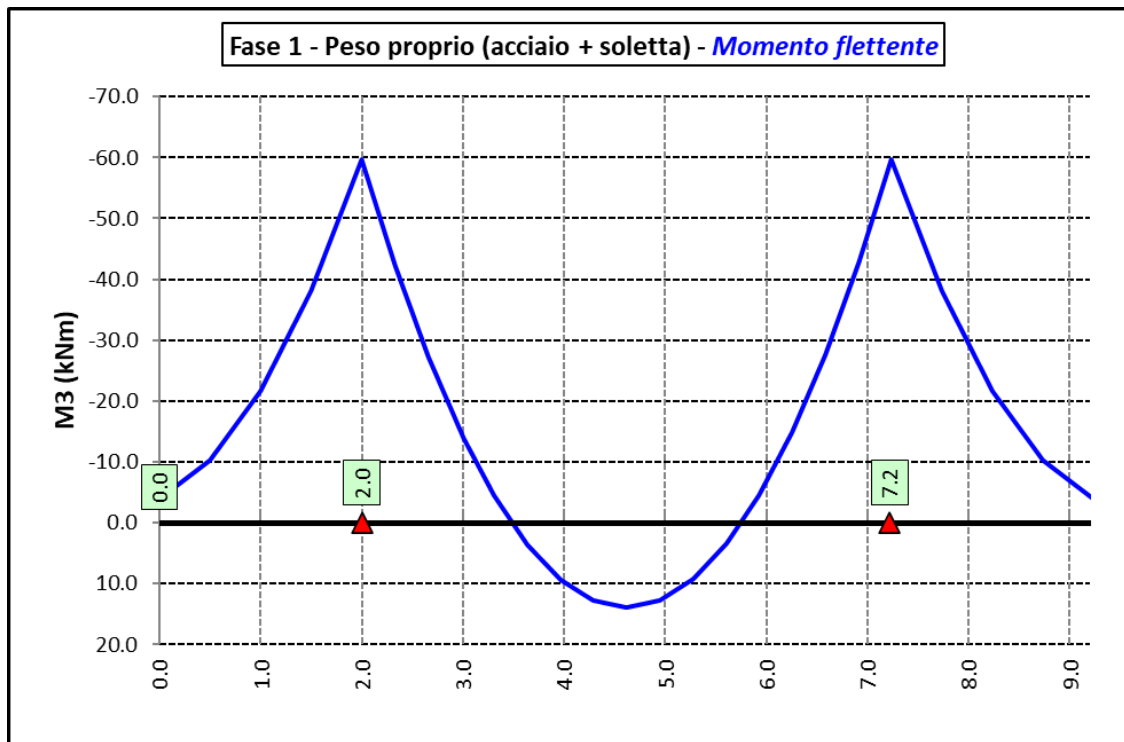
L'applicazione dei carichi ai modelli di calcolo segue le medesime modalità illustrate relativamente alle analisi delle travi principali (vedi paragrafo 6.1.1.1)

I carichi agenti sulle porzioni di cordolo che eccedono gli estremi del traverso sono stati applicati come sforzi normali e relativi momenti equivalenti.

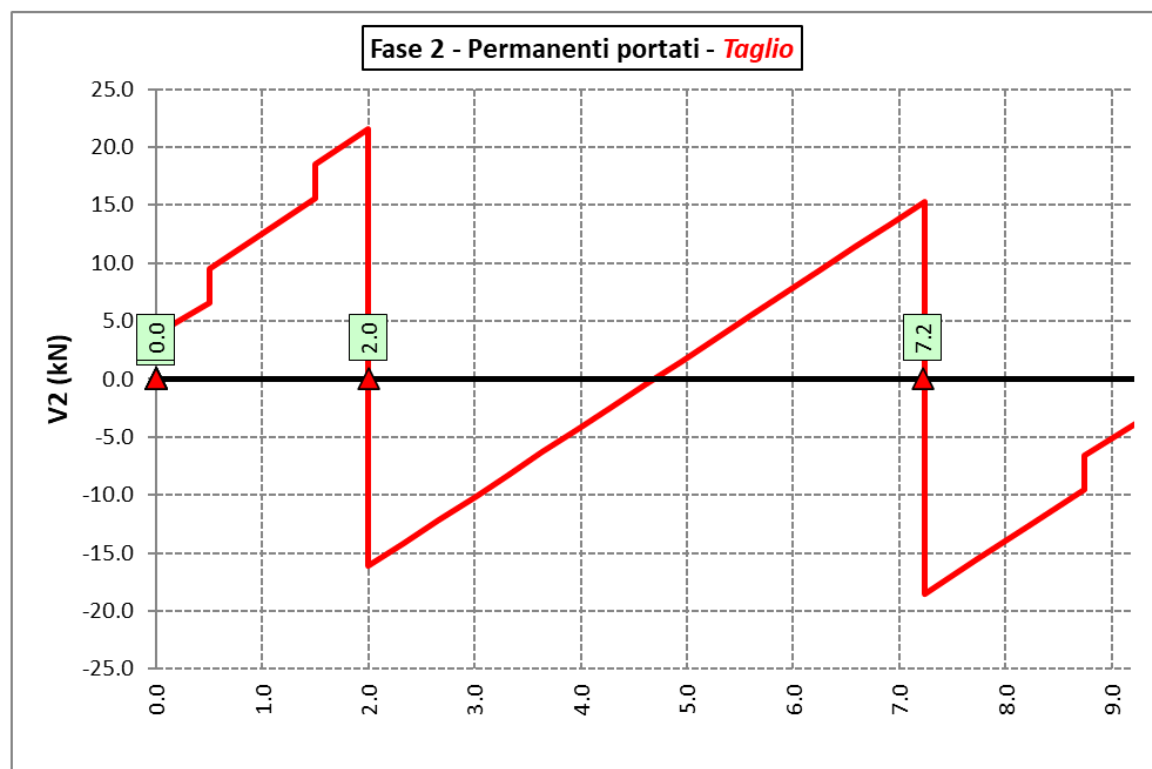
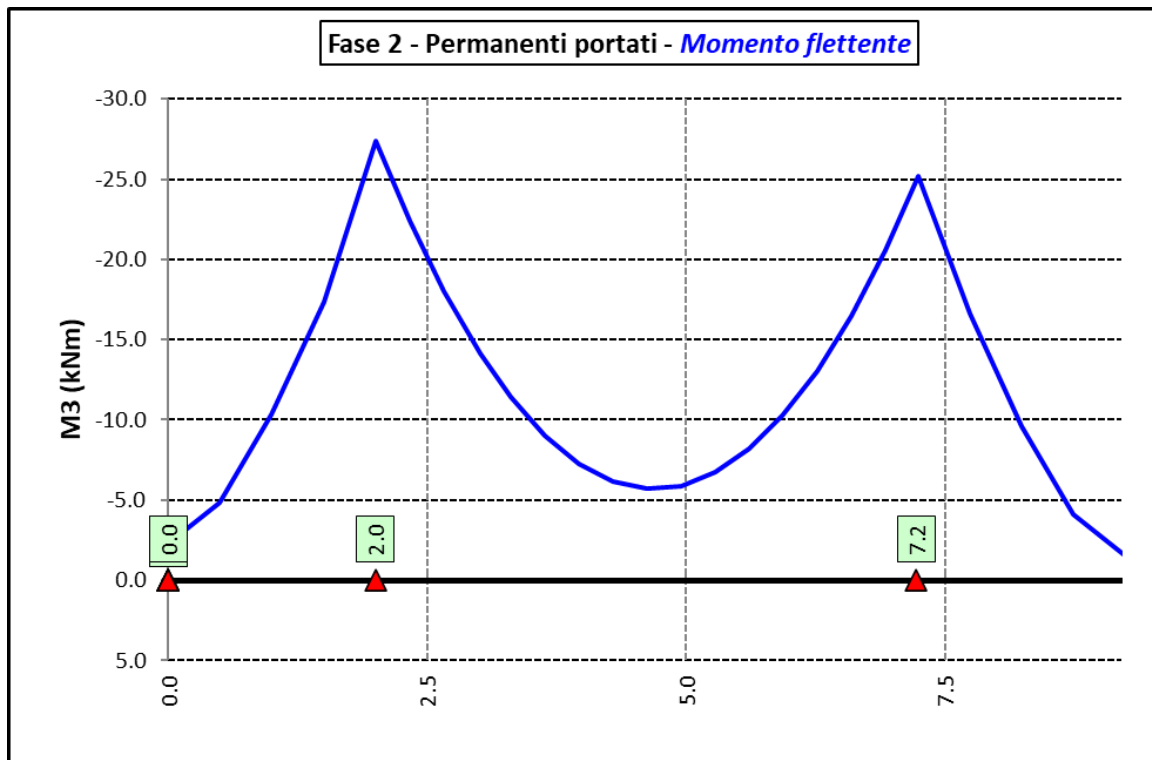
#### 6.6.3.3 Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti rappresentano le sollecitazioni agenti sul trasverso in termini di Momento flettente M3 e sforzo di taglio V2 per ciascuna condizione di carico esaminata:

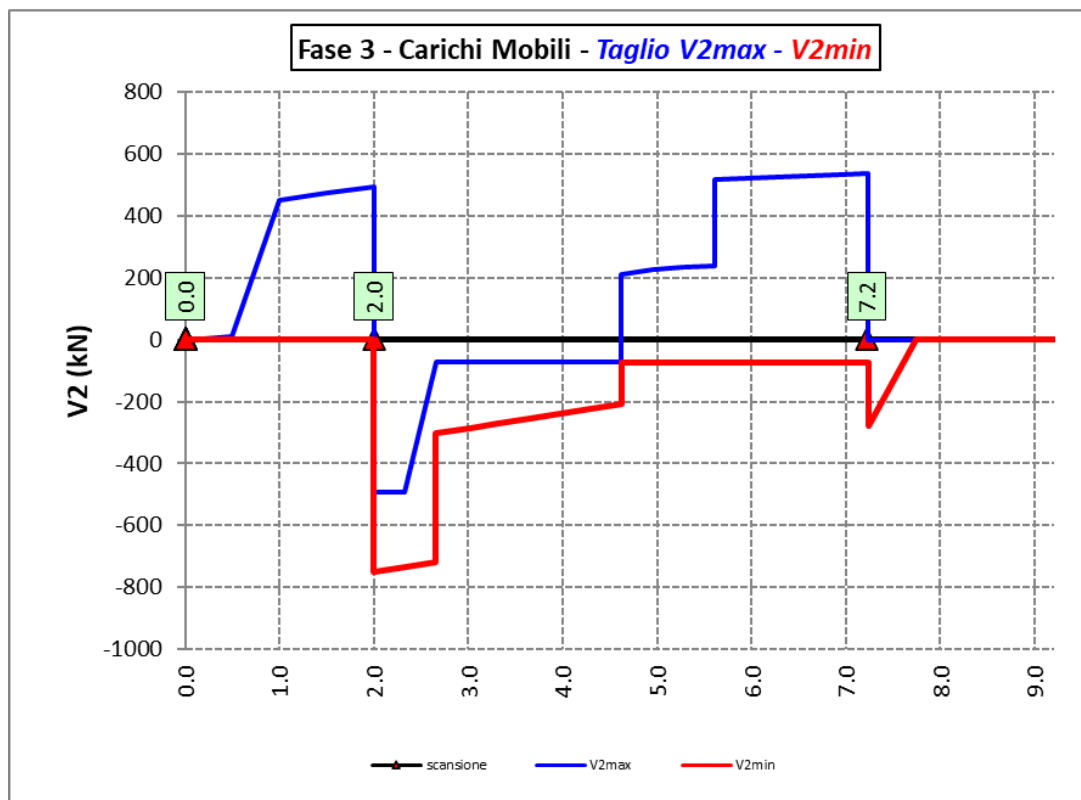
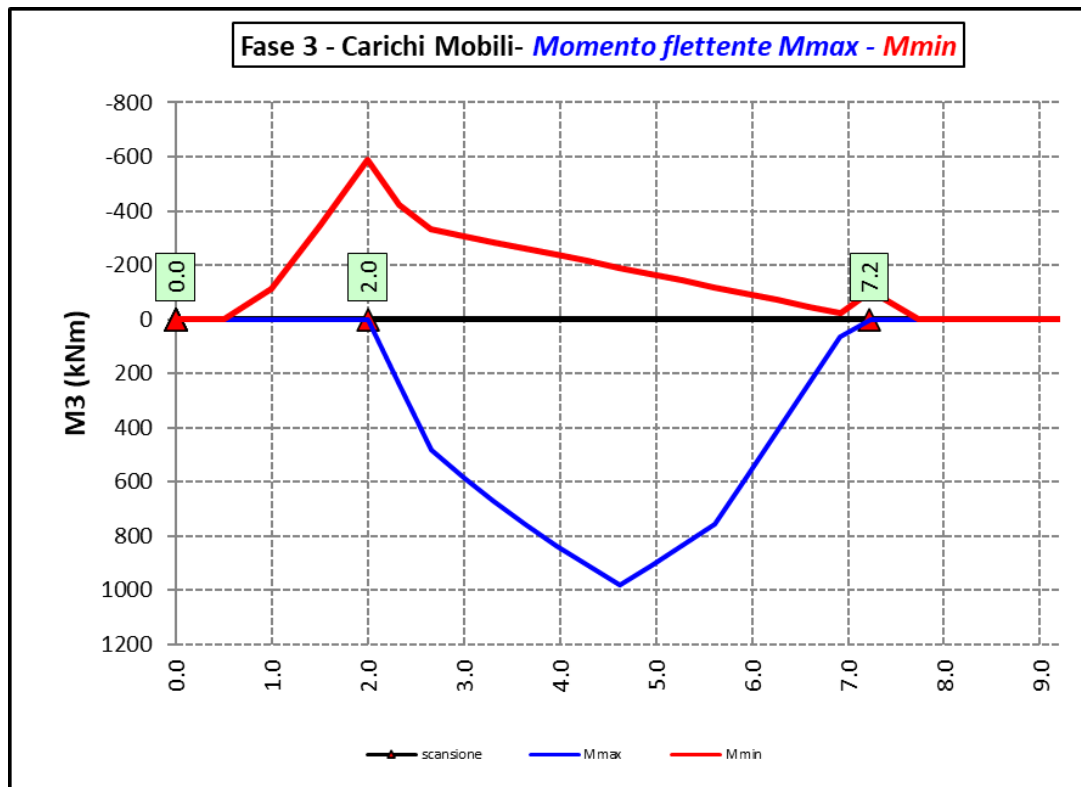
**Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1**




### Permanenti portati – Modello 2



### Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3



S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

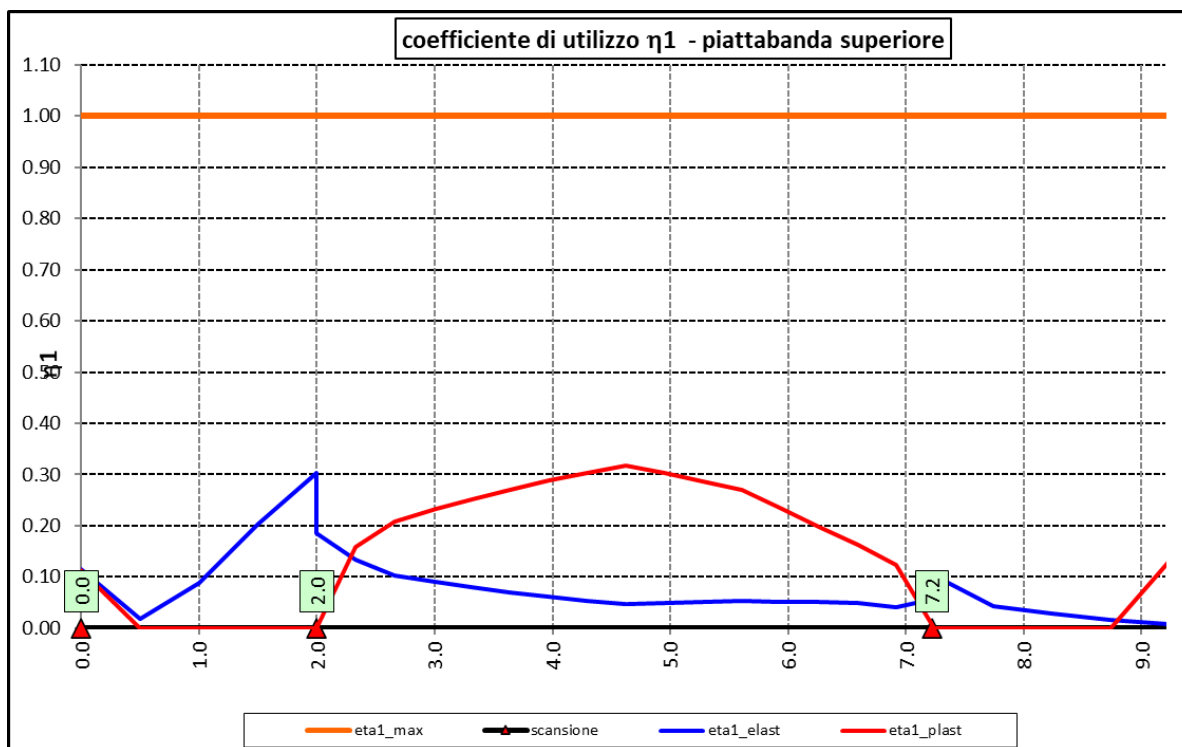
In allegato si riporta il riepilogo delle caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU.

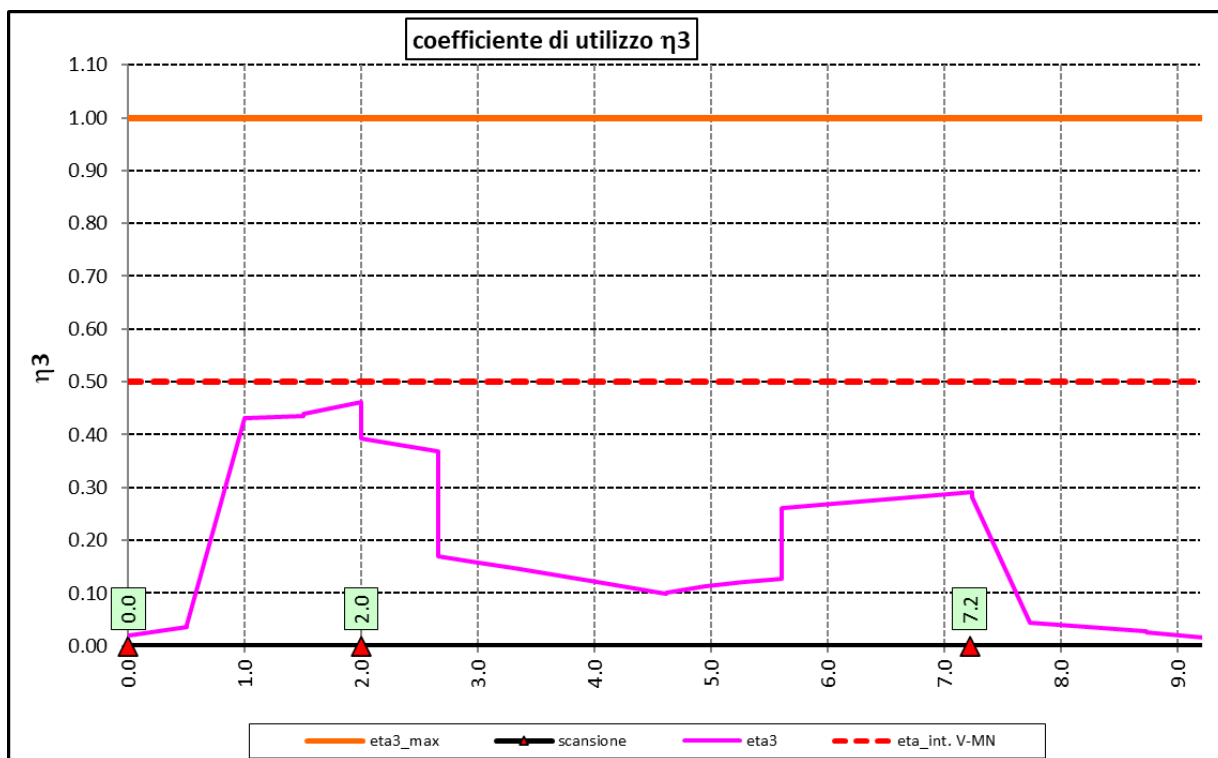
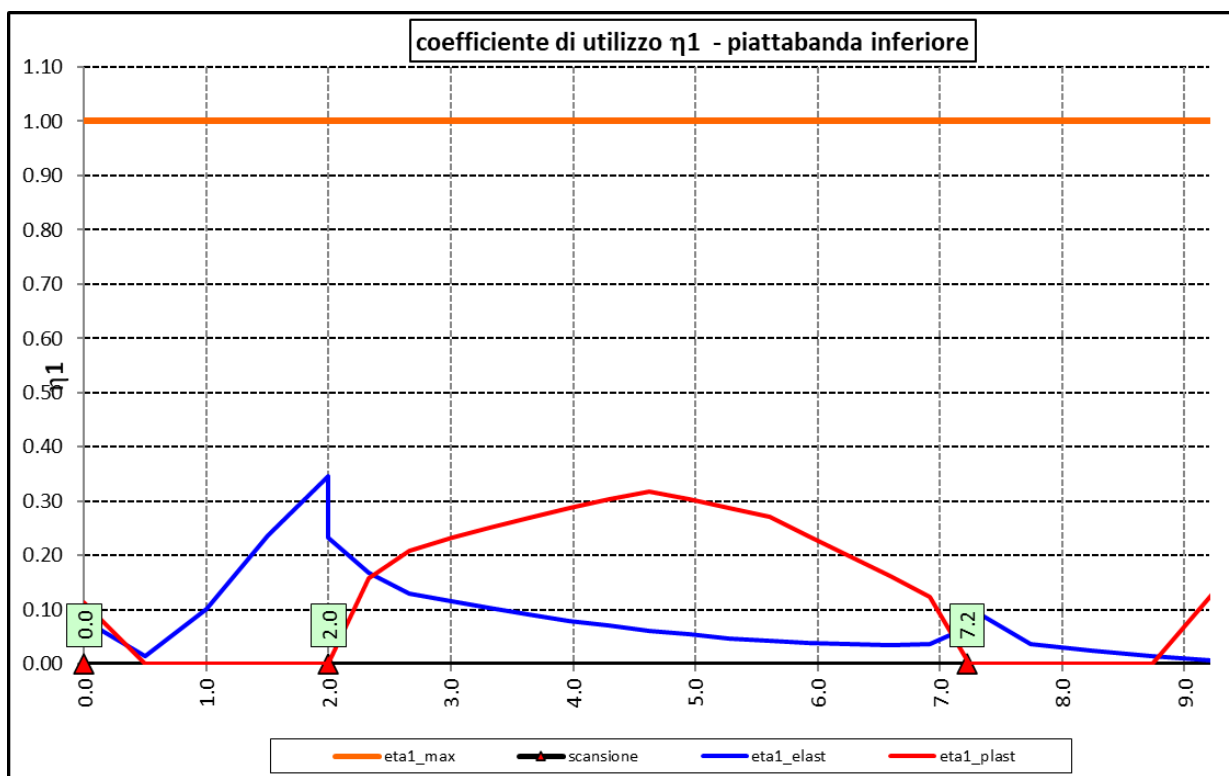
#### 6.6.4 Verifiche di resistenza SLU

Le verifiche di resistenza SLU del trasverso sono state condotte secondo quanto illustrato al paragrafo 6.3.1 per le travi principali.


##### 6.6.4.1 Risultati verifiche trasverso di spalla agli SLU per flessione, taglio e interazione taglio-momento

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







<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 6.6.5 Verifiche SLU delle connessioni a pioli

Vale quanto precedentemente illustrato al paragrafo 6.3 per le connessioni a pioli delle travi principali con la soletta d'impalcato.

Si prevedono di disporre i pioli come segue:

- 2  $\phi$  22 h=220 mm disposti ad interasse 200 mm;

I risultati delle verifiche svolte sono riportati in allegato.

### 6.7 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 due travi principali, comprendendo il getto degli sbalzi per 1.25 m dall'asse delle travi. I suddetti getti avverranno secondo questa successione:
  - a. getto di due fasce di larghezza pari a 1.25 m a cavallo delle travi principali;
  - b. completamento del getto delle campate comprese 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.

#### 6.7.1 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=209 mm posti ad interasse corrente di 40 cm (n.6 tralicci).


In fase di calcolo è stato considerato un sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi d'opera pari a 1.0 kN/m<sup>2</sup>.

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

La verifica delle sezioni viene effettuata in mezzera 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 mezzera (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 1.25 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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 1.25 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.

#### 6.7.1.1 Criteri di calcolo e verifica

Gli sforzi normali massimi di trazione/compressione  $N_{Ed}$ , agenti sui correnti dei tralicci 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 tralicci si ottengono dividendo il massimo taglio di calcolo  $V_{max}$  nella sezione considerata, per il seno dell'angolo  $\alpha$ , formato dalla diagonale con l'asse dei correnti nel piano longitudinale, e per il coseno dell'angolo  $\beta$ , 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;  
 $\gamma_M$  è il coefficiente di sicurezza pari a 1.15 per acciaio B450C.

#### 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:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

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

dove:

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

$\alpha$  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.

#### 6.7.1.2 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 disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralicci.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Interasse tra le travi	it	mm	4000
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave	Ls_sx	mm	2000
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	2000
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx	Bas_dx	mm	540
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla	Dap_dx	mm	310
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi	hs1c	mm	370
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche	hs2	mm	310
Luce di calcolo della predalla in campata	ls	mm	3380

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

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità	
n. tralicci per dalla	nt		6
altezza traliccio	ht	mm	209

#### Sezione corrente

	n	$\phi$	A	At	di	I
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	231	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215

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
coefficiente di omogeneizzazione		10
Area predalla	mm2	16800

#### Caratteristiche geometrico-inerziali


	Var	unità	
Area totale	At	mm2	19364
Momento statico rispetto al lembo inferiore	Mstat	mm3	915530
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm	47
Momento d'inerzia dalla tralicciata	It	mm4	50316320

#### CALCOLI STATICI

#### FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI COMPLETAMENTO

ANALISI DEI CARICHI	B	H	$\gamma$	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	0.07	25.0	4.20
peso proprio getto di completamento	g1c	2.40	0.30	25.0	18.00
peso mezzi d'opera	q	2.40		1.00	2.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità	
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	44.78
ascissa taglio nullo	x_V(0)	m	1.69
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	21.20
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	3.43
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	37.52
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	4.06
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50
Verifiche SLU - Momento flettente in mezzzeria	Mmax	kNm	32.7
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	54.9


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI		Var	unità	
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
Momento flettente	Mmax	kNm	32.71	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.6	
Sforzo massimo nei correnti	Nmax1	kN	167.7	
<b>Verifica dei correnti compressi</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>cor traliccio</b>
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 <sub>c</sub>		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		0.51	< 1.0
<b>Verifica dei correnti tesi</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>inferiori</b>
A correnti	A	mmq	1357	
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	531	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.32	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	54.86	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.6	
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	62.9	
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		80.5	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	25098	
snellezza adimensionale	λ <sub>c</sub>		1.19	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente Φ	Φ		1.45	
coefficiente χ	χ		0.44	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	162	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.39	< 1.0

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

### 6.7.1.3 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 tralicci.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Altezza complessiva soletta alla estremità inc. sbalzo	hss1	mm	340
Altezza complessiva soletta alla estremità libera sbalzo	hss2	mm	310
Luce dello sbalzo rispetto all'asse della trave	ls	mm	2000
Inclinazione del getto in opera - intradosso	incl		0.018
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	1250

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità	
n. tralicci per dalla	nt		6
altezza traliccio all'incastro	ht	mm	209

#### Sezione corrente

	n	$\phi$	A	At	di	I
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	231	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215

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	915530
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm	47
Momento d'inerzia dalla tralicciata	It	mm4	50316320


#### CALCOLI STATICI

##### FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI PRIMA FASE


ANALISI DEI CARICHI	B	H	$\gamma$	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	0.03	25.0	1.80
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'incastro - permanenti	Mmax-p	kNm	18.30
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	3.43
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	24.84
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	4.06
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50
Verifiche SLU - Momento flettente all'incastro	Mmax	kNm	28.9
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	38.4

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità	
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.191
Momento flettente	Mmax	kNm	28.94
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	151.5
<b>Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asoli</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>cor traliccio</b>
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	151
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		0.52 < 1.0
<b>Verifica dei correnti compressi (sezione corrente)</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>inferiori</b>
A correnti	A	mmq	1357
Resistenza a compressione dell'armatura compressa	Nc,Rd	kN	531
coefficiente di utilizzo	c.u		0.29 < 1.0
<b>Verifica dei correnti tesi</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>superiori</b>
A correnti	A	mmq	1206
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472
coefficiente di utilizzo	c.u		0.32 < 1.0
<b>VERIFICA DIAGONALI</b>			
altezza del traliccio	ht	m	0.195
n. diagonali	nd		12
Taglio massimo	Vmax	kN	38.38
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	43.8
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		80
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	25301
snellezza adimensionale	λ_		1.18
fattore di imperfezione alpha	α		0.49
coefficiente Φ	Φ		1.44
coefficiente χ	χ		0.44
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	163
coefficiente di utilizzo	c.u		0.27 < 1.0

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

FASE 1 - GETTO DI SECONDA FASE						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	$\gamma$	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	0.01	25.0		0.80
peso mezzi d'opera	p3	2.40			1.00	2.40
		B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della vettura	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	7.83			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	0.68			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	17.61			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	1.80			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50			
Verifiche SLU - Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase	Mmax1	kNm	11.19			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	25.59			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.169			
Momento flettente	Mmax	kNm	11.19			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	59.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	10.1			
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	66.3			
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		0.14	< 1.0		
VERIFICA DIAGONALI						
altezza del traliccio	ht	m	0.169			
n. diagonali	nd		12			
Taglio massimo	Vmax	kN	25.59			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	59.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	10.1			
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	30.2			
Diametro diagonale	$\phi$	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	0.20			
coefficiente beta	$\beta$		0.90			
snellezza	$\lambda$		71.7			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	31628			
snellezza adimensionale	$\lambda_*$		1.06			
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49			
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		1.27			
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.51			
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	187			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.16	< 1.0		

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



S.S.127 "Settentrionale Sarda"		
Completamento circonvallazione di Tempio		
Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 6.7.2 Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)

Le sollecitazioni agenti sulla soletta in esercizio sono state determinate attraverso un calcolo agli elementi finiti (SAP2000), in cui la soletta è schematizzata con elementi SHELL.

L'altezza degli elementi shell è pari a 31 cm, altezza minima della soletta.

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:

$$\text{fac\_r\_llong} = t_l^3 / t_t^3 = 0.24^3 / 0.31^3 = 0.464$$

$$\text{fac\_r\_Along} = t_l / t_t = 0.24 / 0.31 = 0.77$$

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali. Nel modello sono stati implementati i traversi di spalla.

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

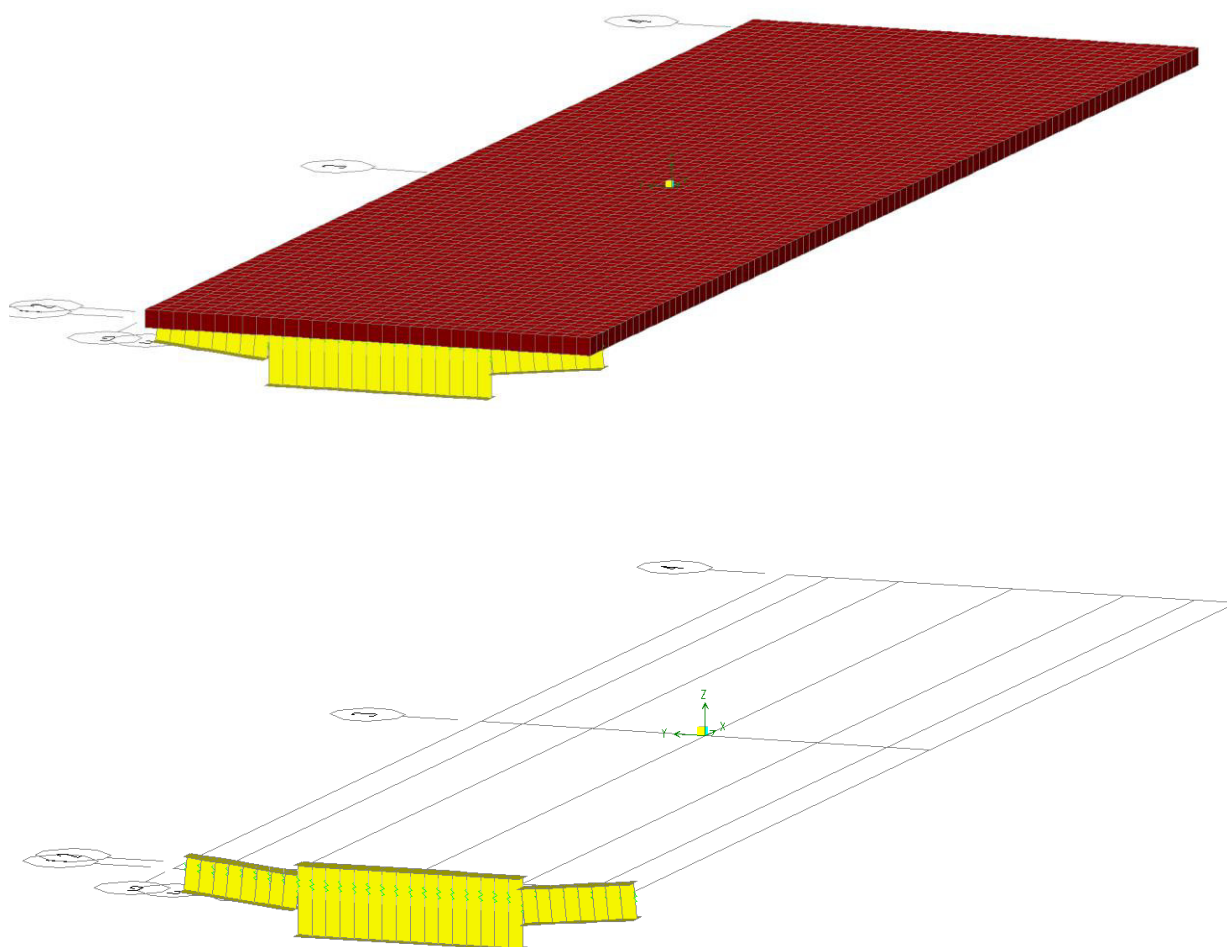



Figura 6-21. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 6.7.2.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- peso proprio della soletta sugli sbalzi.....  $25.0 \times 0.33 = 8.25$  kNm<sup>-2</sup>
- peso proprio della soletta sulle campate .....  $25.0 \times 0.37 = 9.25$  kNm<sup>-2</sup>
- peso proprio di ciascuno dei cordoli .....  $25.0 \times 0.20 = 5.00$  kNm<sup>-2</sup>
- peso della pavimentazione stradale ..... = 3.00 kNm<sup>-2</sup>
- peso della barriera di sicurezza..... = 1.50 kNm<sup>-1</sup>
- peso di ciascuna rete di protezione..... = 0.50 kNm<sup>-1</sup>
- peso tubazioni smaltimento acque di piattaforma ..... = 1.50 kNm<sup>-1</sup>
- peso di ciascuna veletta di bordo e carter metallico ..... = 2.40 kNm<sup>-1</sup>

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:

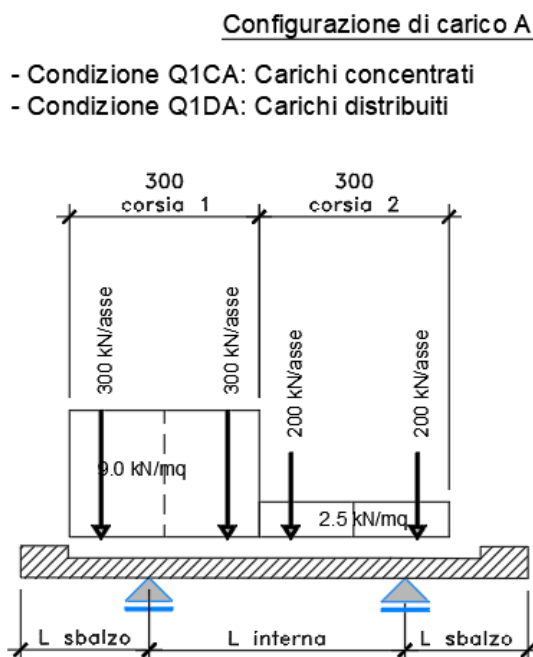



Figura 6-22. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### Configurazione di carico B

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

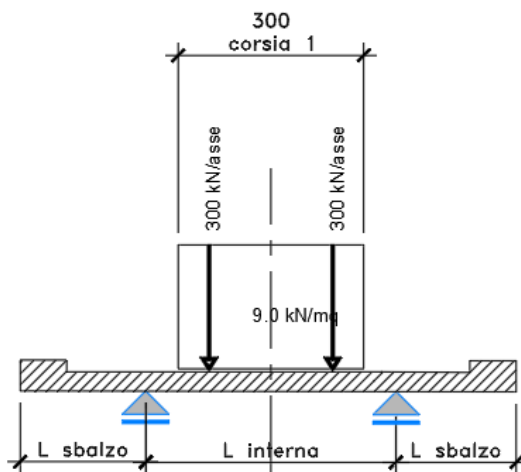


Figura 6-23. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B

#### Configurazione di carico C

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

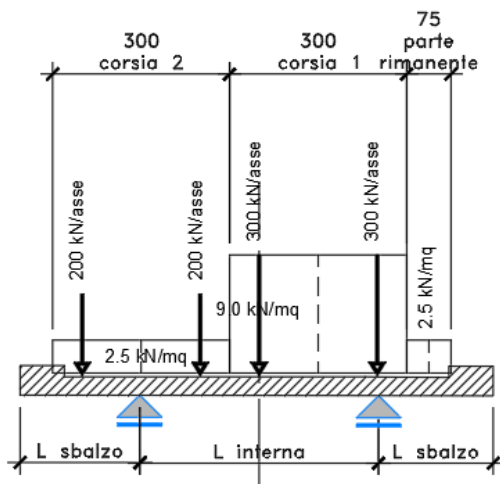



Figura 6-24. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### Configurazione di carico D

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

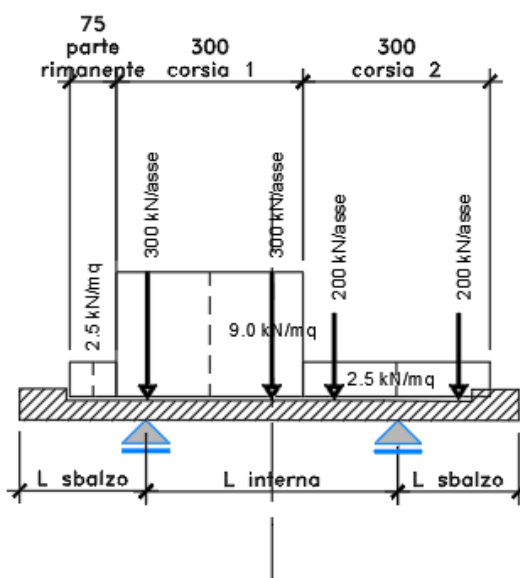


Figura 6-25. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D

#### Configurazione di carico E

- Condizione Q2E: Carichi concentrati

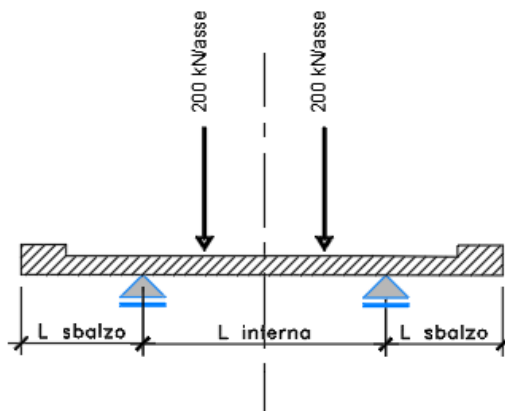



Figura 6-26. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### Configurazione di carico F

- Condizione Q2F: Carichi concentrati

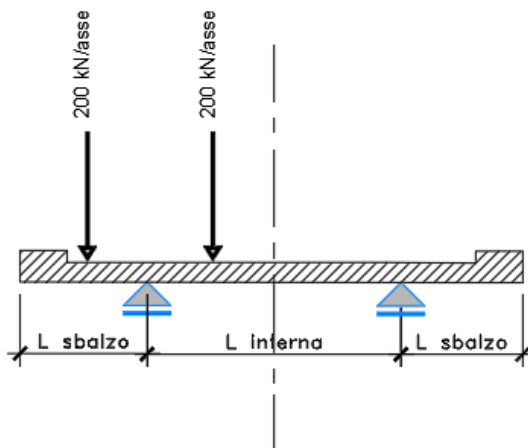


Figura 6-27. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione F

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).

In entrambi i casi è stata 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 al sicurvia come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

#### 6.7.2.2 Applicazione dei carichi al modello


I carichi mobili  $Q_{1k}$  e  $q_{1k}$  sono disposti in modo da massimizzare le sollecitazioni.

Entrambi sono applicati come carichi distribuiti. In particolare, per i carichi concentrati si considera, una diffusione a  $45^\circ$ , all'interno della soletta, fino al suo piano medio, assumendo per la stessa uno spessore pari a quello medio.

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

Per lo Schema di Carico 1 si considera, a favore di sicurezza, il carico agente su ciascuna ruota diffuso su un'impronta di dimensioni 0.6 m x 0.50 m

Il carico agente su ciascuna ruota è pari a:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$$Q1 = 300 \text{ kN/asse} / 2 = 150 \text{ kN/ruota}$$

$$Q2 = 200 \text{ kN/asse} / 2 = 100 \text{ kN/ruota}$$

La pressione esercitata dalla singola ruota risulta, quindi, pari a:

$$Q1 = 150 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 500 \text{ kN/m}^2$$

$$Q2 = 100 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 333.3 \text{ kN/m}^2$$

A questi su ciascuna corsia, si aggiungono i rispettivi carichi distribuiti.

$$q1 = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$q2 = 2.5 \text{ kN/m}^2.$$

Per lo Schema di Carico [2](#), il carico si considera diffuso su un'impronta di dimensioni 0.6 m x 0.75 m.

Il carico agente su ciascuna ruota è pari a:

$$Q1 = 400 \text{ kN/asse} / 2 = 200 \text{ kN/ruota}$$

La pressione esercitata dalla singola ruota risulta, quindi, pari a:

$$Q1 = 200 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}) = 444.4 \text{ kN/m}^2 \text{ nella sezione corrente;}$$

$$Q1 = 1.3 \times 200 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}) = 577.7 \text{ kN/m}^2 \text{ in corrispondenza della testata.}$$

### 6.7.2.3 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:

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

$$\text{ENVSLEF} = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times \text{ENVEMOB2}$$

#### Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

$$\text{SLE-QP} = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2$$

#### 6.7.2.4 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

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

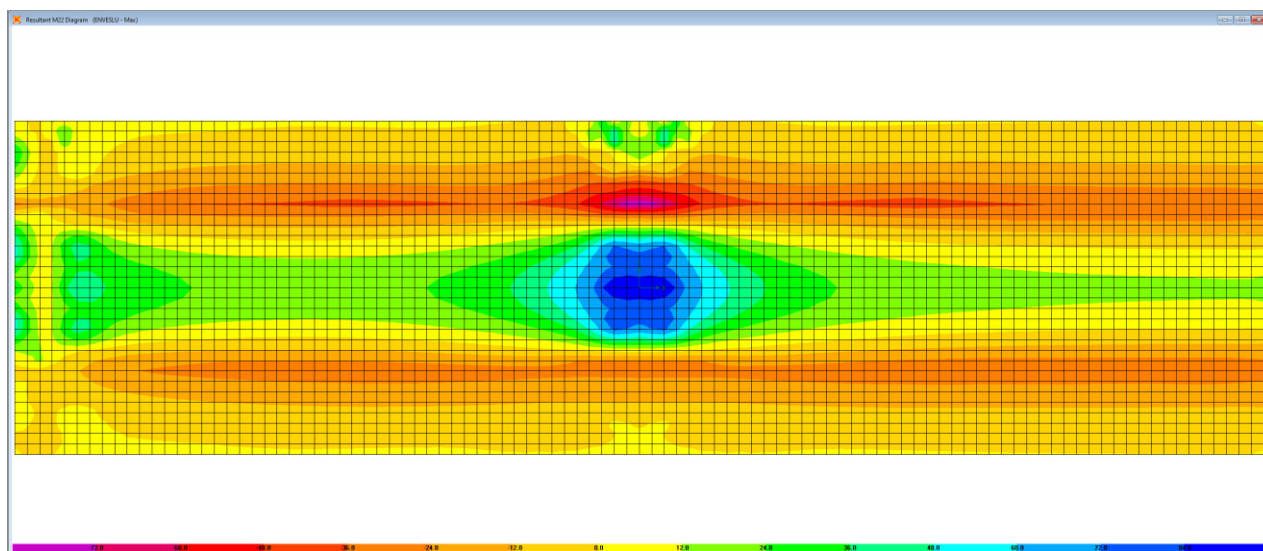


Figura 6-28. Combinazione ENVESLU – M22 max

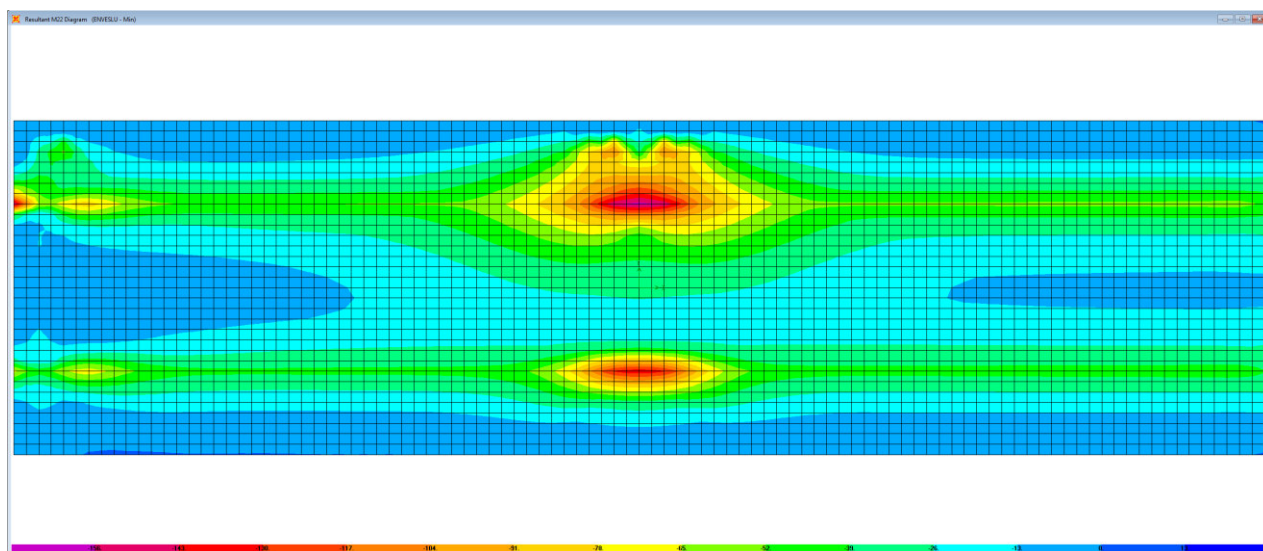


Figura 6-29. Combinazione ENVESLU – M22 min



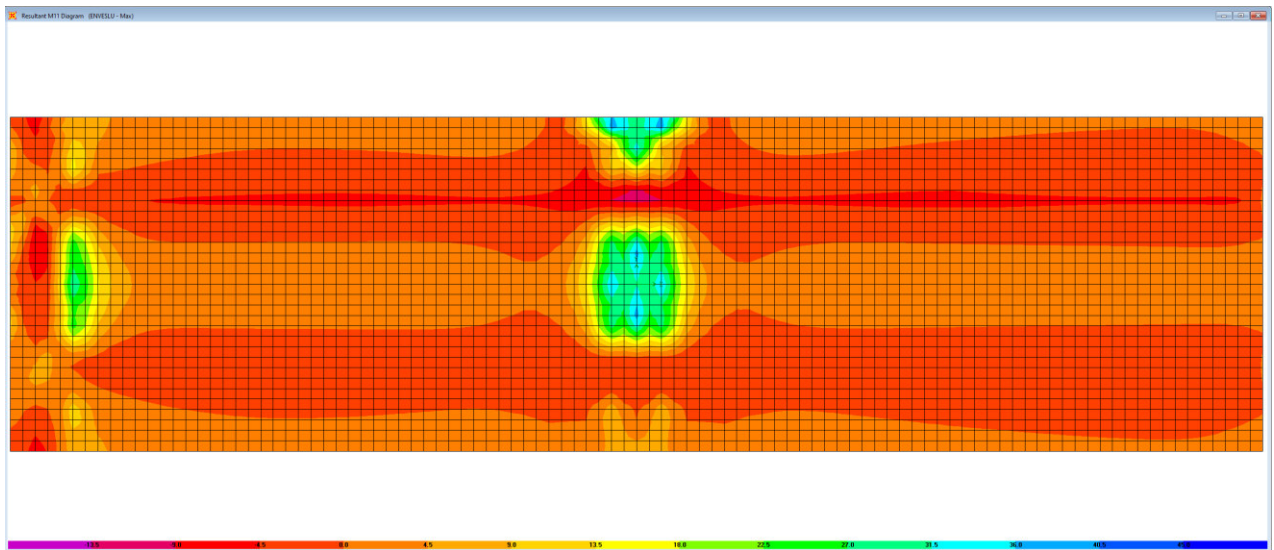


Figura 6-30. Combinazione ENVESLU – M11 max

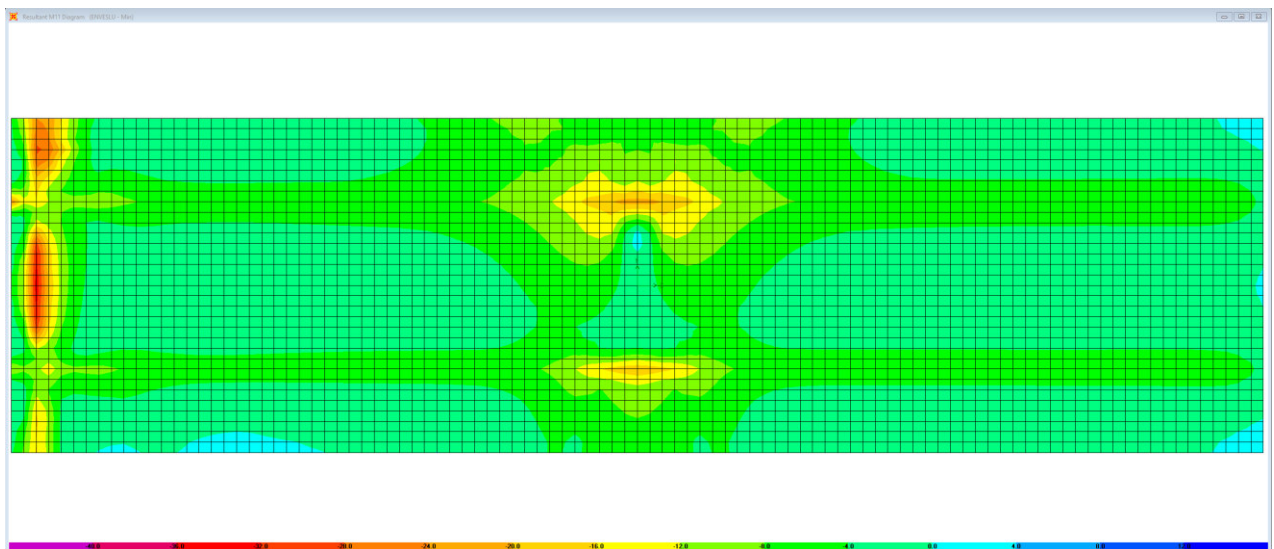



Figura 6-31. Combinazione ENVESLU – M11 min



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

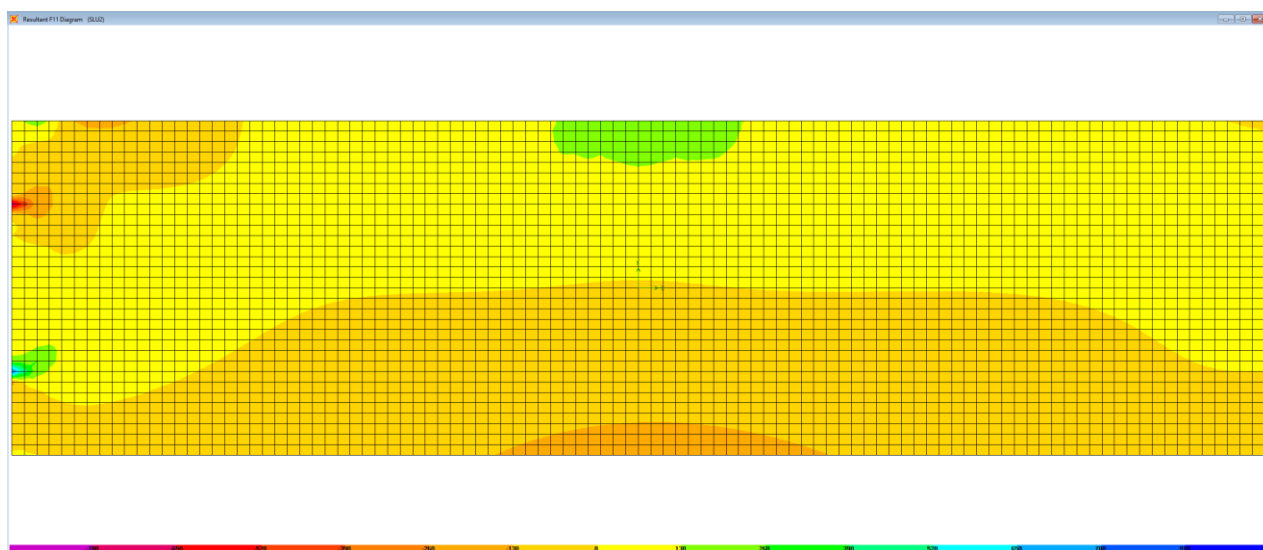


Figura 6-32. Combinazione SLU2 – F11

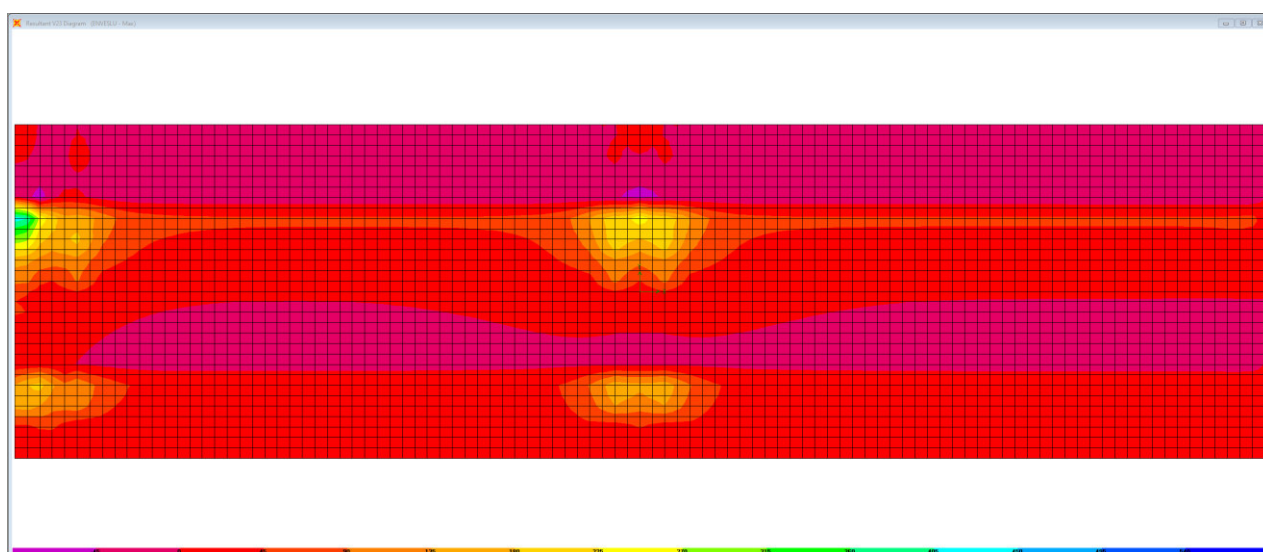


Figura 6-33. Combinazione ENVESLU – V23 max

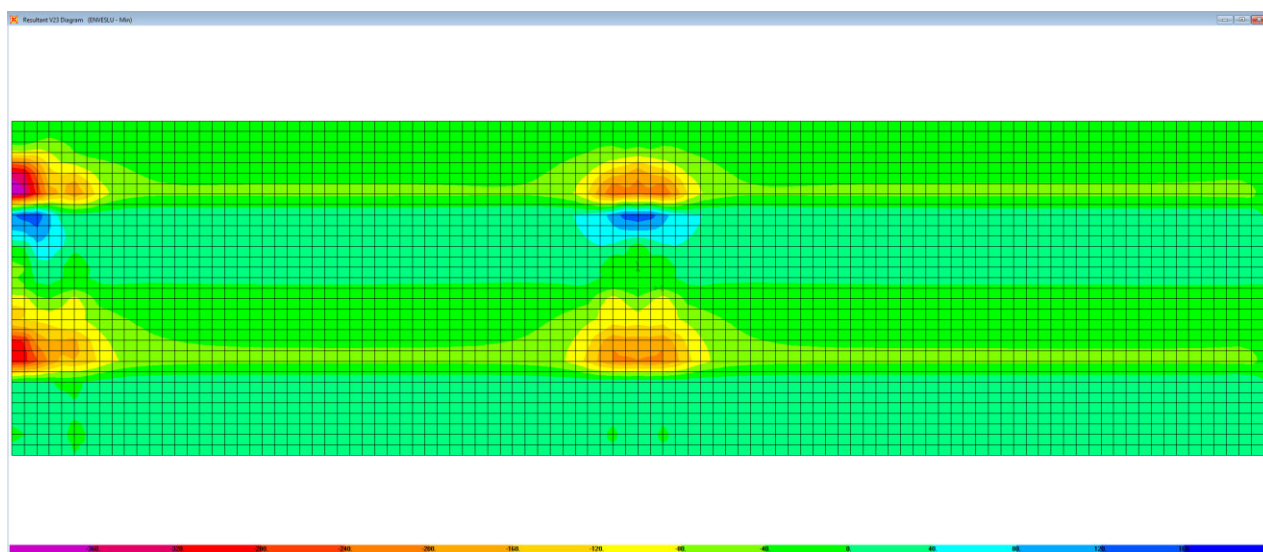


Figura 6-34. Combinazione ENVSU – V23 min

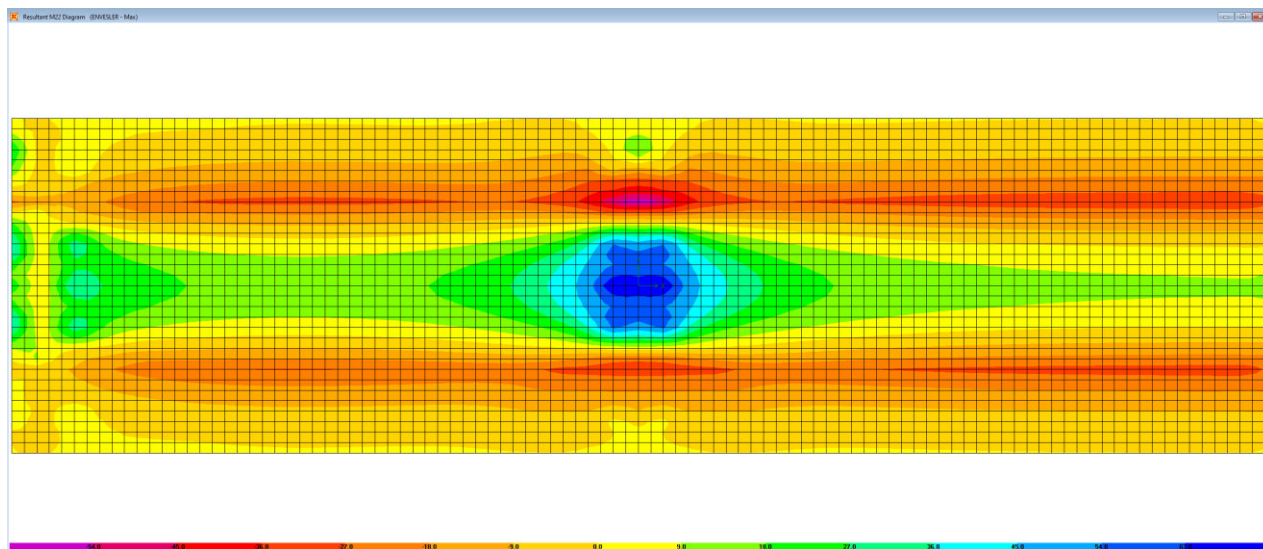


Figura 6-35. Combinazione ENVSU – M22 max

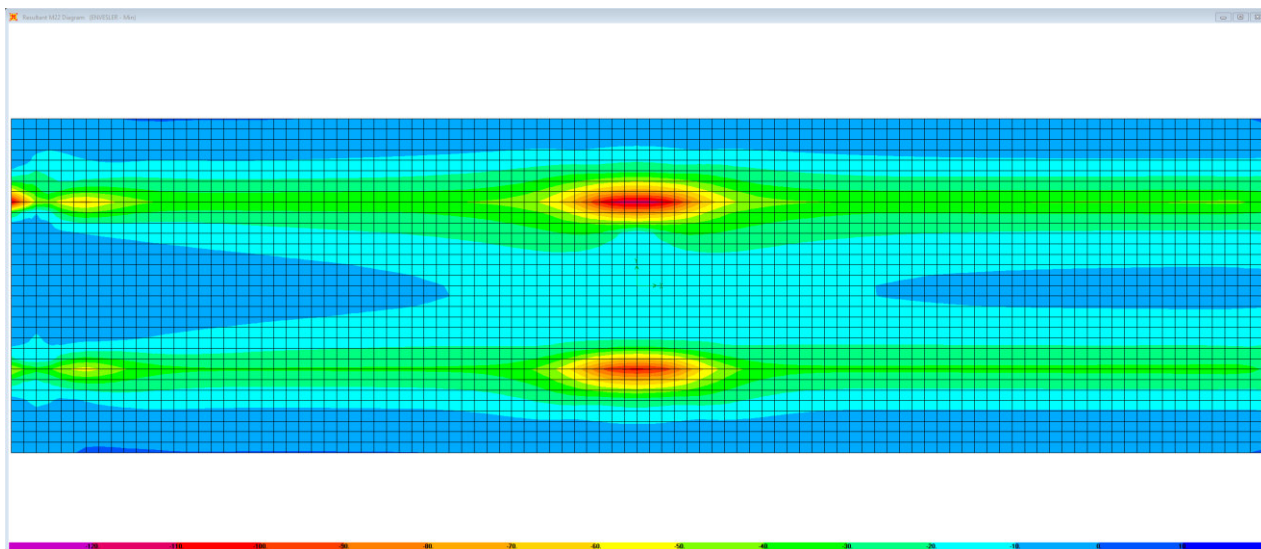


Figura 6-36. Combinazione ENVESLER – M22 min

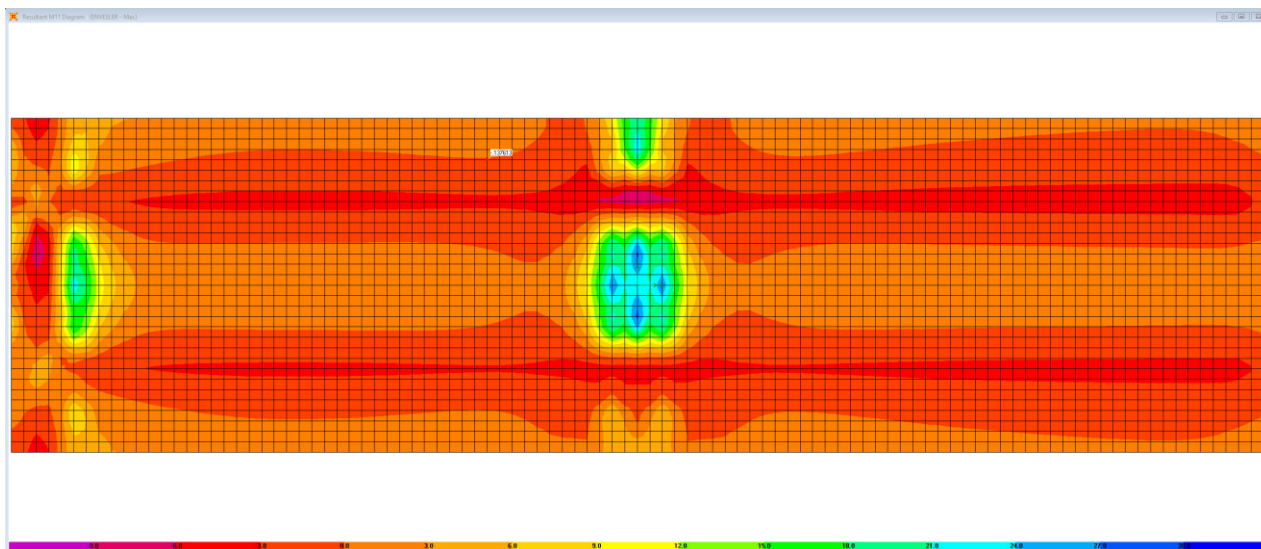



Figura 6-37. Combinazione ENVESLER – M11 max

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

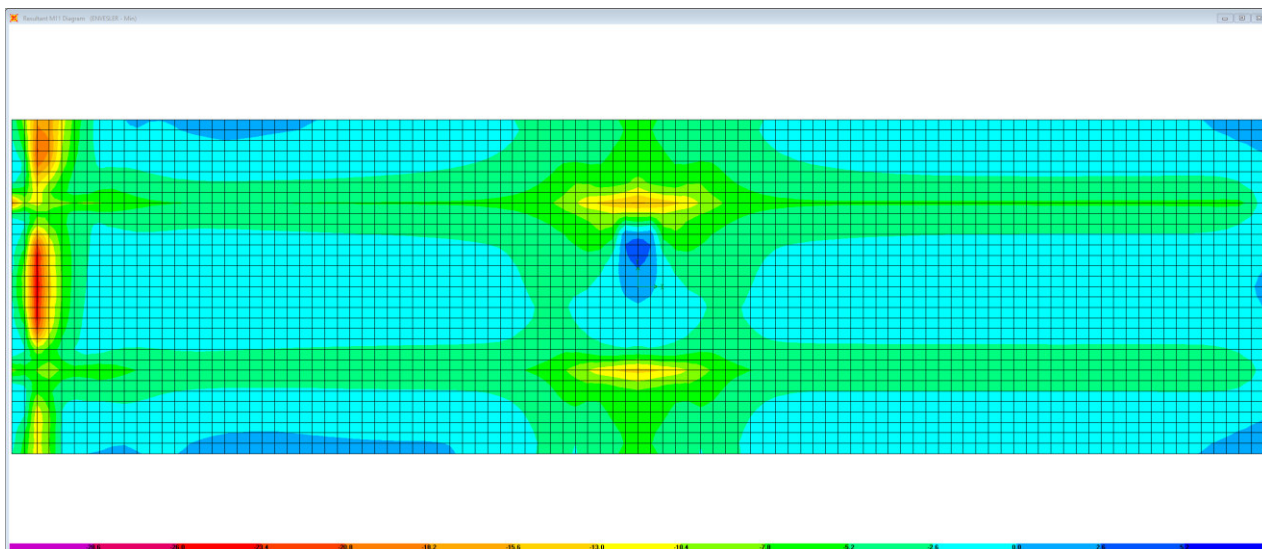


Figura 6-38. Combinazione ENVESLER – M11 min

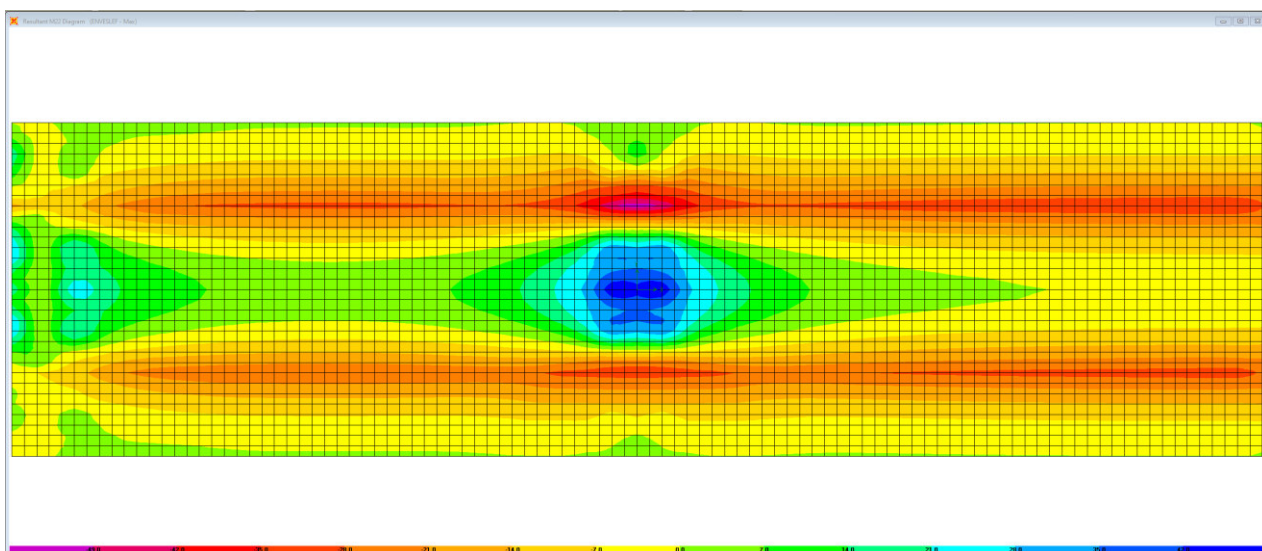



Figura 6-39. Combinazione ENVESLEF – M22 max



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

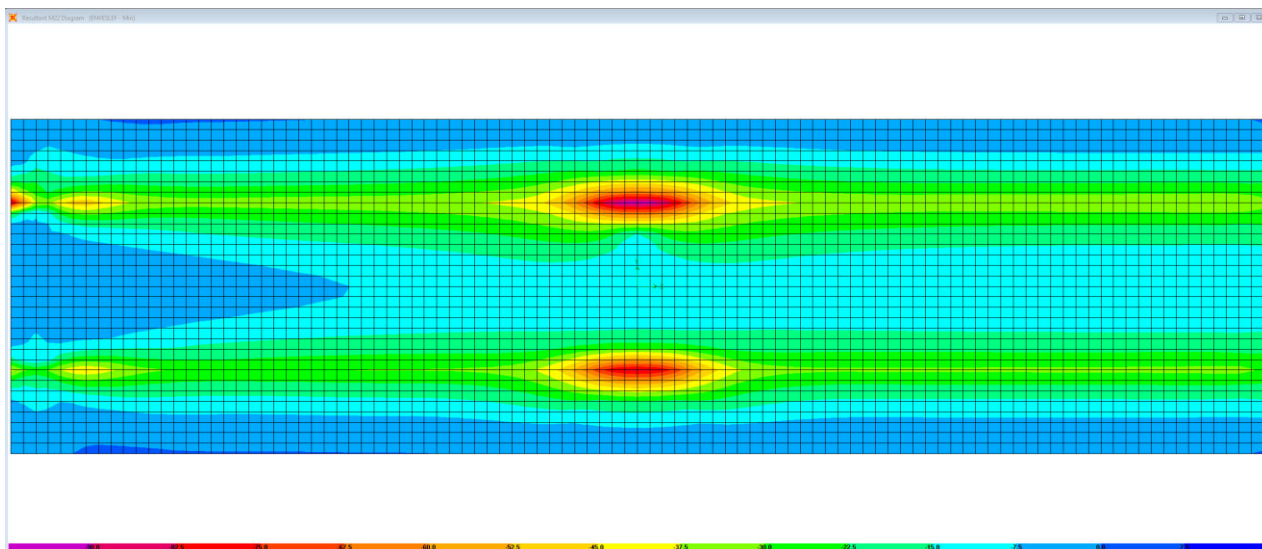


Figura 6-40. Combinazione ENVESLEF – M22 min

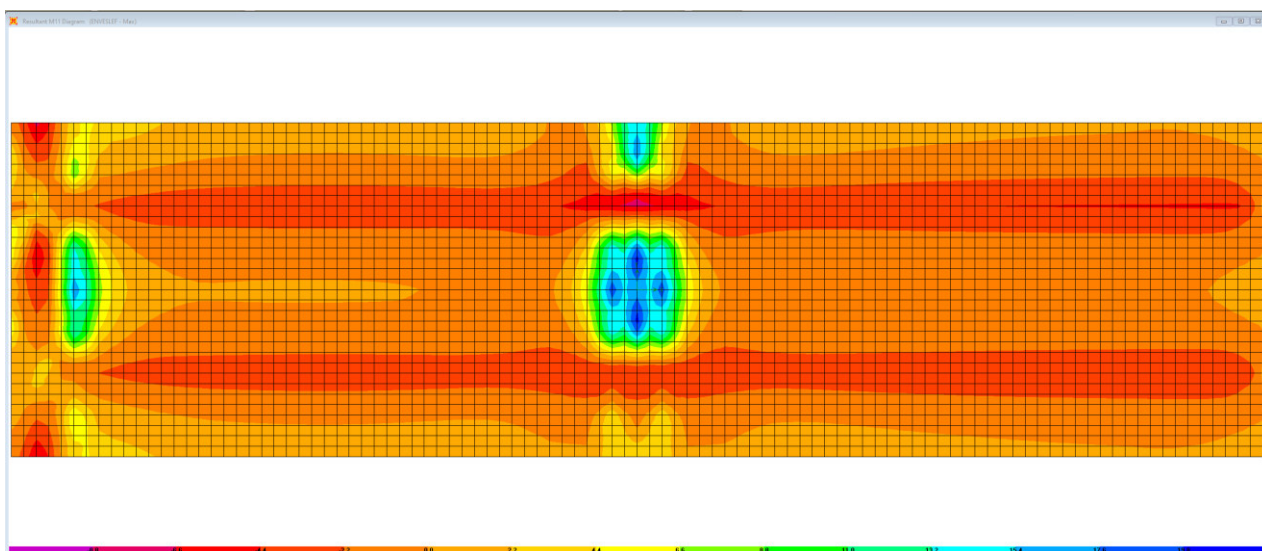


Figura 6-41. Combinazione ENVESLEF – M11 max

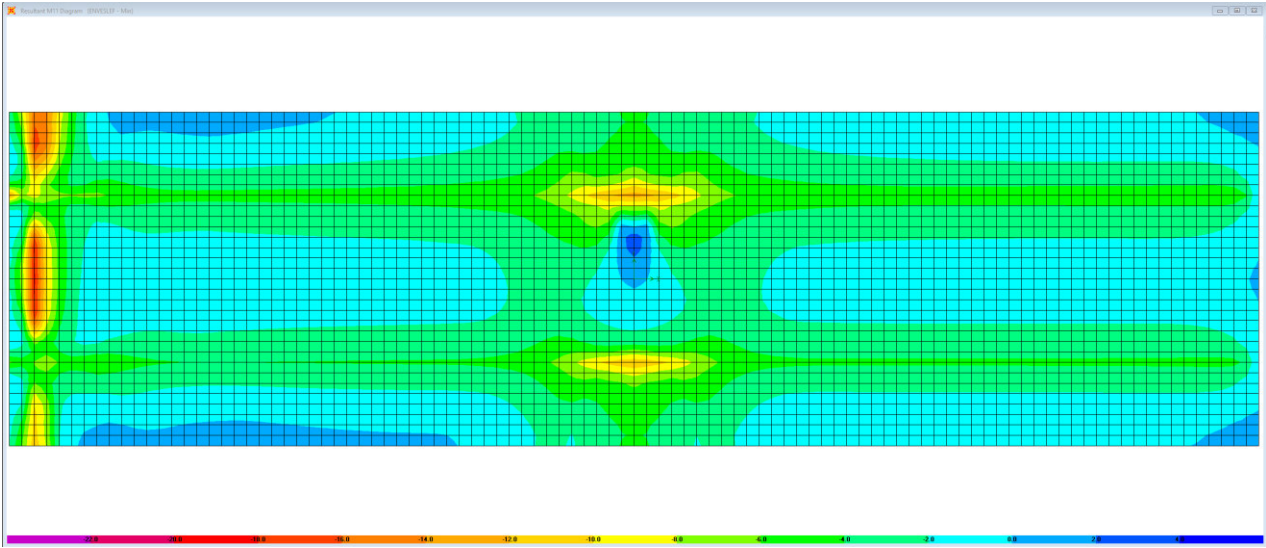


Figura 6-42. Combinazione ENVESLEF – M11 min

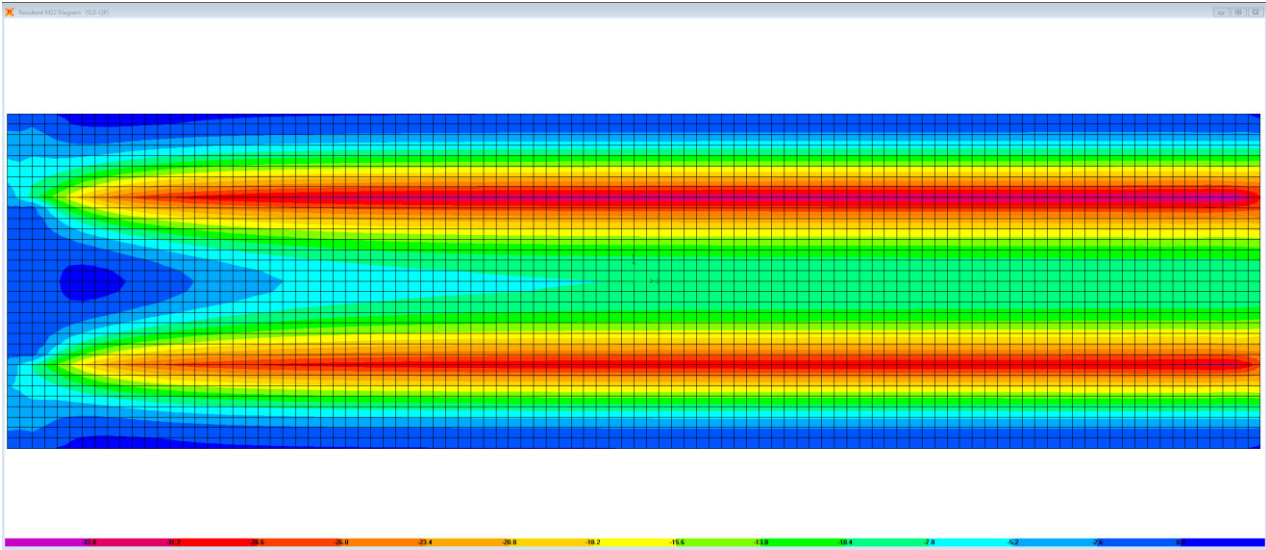



Figura 6-43. Combinazione SLE-QP – M22

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

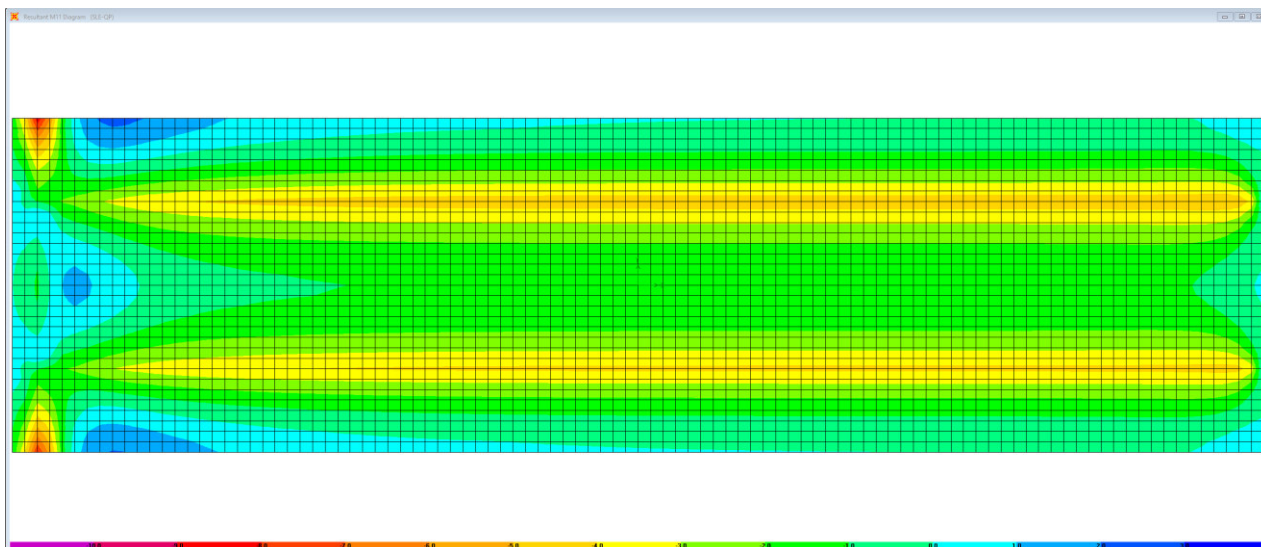


Figura 6-44. Combinazione SLE-QP – M11

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]	F11+ [kN]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	94	-162	38	160	-22	231	50.7	-130	28	-34	404
Verifiche SLE-RARA	70	-118	28		-16		37.5	-92	21	-25	
Verifiche SLE-FR	46	-94	20		-13		28.0	-70	16	-18	
Verifiche SLE-QP	0	-33	2		-4		0	-30	1	-1	


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

	Sezione corrente						Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	F11+ [kN]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	225.5	-388.1				554.4	121.7	-312.0			969.6
Verifiche SLE-RARA	167.0	-282.5					90.0	-221.8			
Verifiche SLE-FR	110.4	-226.2					67.2	-168.0			
Verifiche SLE-QP	0.0	-78.5					0.0	-72.0			

### 6.7.2.5 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Considerando lo spessore variabile della soletta, a favore di sicurezza, le verifiche sono state effettuate sulla sezione di spessore minimo pari a 31 cm.

### Sezione corrente – 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 20 $\phi$ 20 (nella predalla).

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Calcestruzzo:	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]	Diam $\phi$ [mm]
1	-110.0	4.5	20
2	110.0	4.5	20
3	-110.0	24.0	20
4	110.0	24.0	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			
$\phi$	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	$\phi$
1	1	2	10	20
2	3	4	10	20

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

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



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-160.00	225.50	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	167.00	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	110.40 (147.55)	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:	17.5 cm


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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-160.00	225.50	0.00	-159.94	327.98	0.00	1.46	
37.7(12.0)									

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

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00078	0.294	-120.0	31.0	0.00008	-110.0	24.0	-0.00186	-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 (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC: deve essere < 0.45				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000099610	-0.002311576	0.294	0.808

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.23	-120.0	31.0	-190.9	90.0	4.5	1800	37.7


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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$										
e1	Esito della verifica										
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]										
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6\ S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]										
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00114	0.00000	0.500	20.0	35	0.00055 (0.00055)	281	0.153 (990.00)	147.55	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.12	-120.0	31.0	-126.2	90.0	4.5	1800	37.7

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0.00000	0.500	20.0	35	0.00036 (0.00036)	281	0.101 (0.30)	147.55	0.00

### Sezione corrente – 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  $\phi 20/10$

L'armatura in zona compressa è costituita da 12 $\phi 20$  (nella predalla).

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: 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	24.0	20
4	110.0	24.0	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	10	20
2	3	4	21	20

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

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

				<p>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.</p> <p>Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y</p> <p>Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x</p>	
Vy					
Vx					
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-388.10	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	-282.50	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	-226.20 (-156.91)	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	-78.50 (-156.91)	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

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-388.10	0.00	0.00	-575.58	0.00	1.48	
72.3(12.0)									

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00126	0.403	-120.0	0.0	0.00067	-110.0	4.5	-0.00186	110.0	24.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000130151	0.001260298	0.403	0.944


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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.14	-120.0	0.0	-191.4	100.0	24.0	1800	72.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
	Massima distanza tra le fessure [mm]

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

wk Apertura fessure in mm calcolata =  $s_r \max(e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	s <sub>r</sub> max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00137	0.00000	0.500	20.0	60	0.00063 (0.00055)	289 0.181 (990.00)		-156.91	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.32	-120.0	0.0	-153.3	100.0	24.0	1800	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	s <sub>r</sub> max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00110	0.00000	0.500	20.0	60	0.00044 (0.00044)	289 0.128 (0.30)		-156.91	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.54	-120.0	0.0	-53.2	100.0	24.0	1800	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	s <sub>r</sub> max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0.00000	0.500	20.0	60	0.00015 (0.00015)	289 0.044 (0.20)		-156.91	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  $\phi 20/20$ .


#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Calcestruzzo: 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]
---------	--------	--------	-----------

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

1	-40.0	6.0	20
2	40.0	6.0	20
3	-40.0	23.0	20
4	40.0	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	3	20
2	3	4	3	20

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	38.00	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	28.00	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	20.00 (51.68)	0.00 (0.00)

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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	2.00 (51.68)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	38.00	0.00	0.00	117.92	0.00	3.10	
15.7(4.6)									

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

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


N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00088	0.322	-50.0	28.0	0.00026	-40.0	23.0	-0.00186	-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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000124888	-0.002612660	0.322	0.842



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.23	-50.0	28.0	-93.5	20.0	6.0	700	15.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0.00000	0.500	20.0	50	0.00027 (0.00027)	322	0.086 (990.00)	51.68	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.31	-50.0	28.0	-66.8	40.0	6.0	700	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0.00000	0.500	20.0	50	0.00019 (0.00019)	322	0.061 (0.30)	51.68	0.00


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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.23	-50.0	28.0	-6.7	40.0	6.0	700	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0.00000	0.500	20.0	50	0.00002 (0.00002)	322	0.006 (0.20)	51.68	0.00

#### Sezione di testata – Verifiche in direzione longitudinale (M11-)

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>anas GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
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	19.0	20
4	40.0	19.0	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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-34.00	0.00	0.00	0.00

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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	-25.00	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	-18.00 (-41.07)	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	-1.00 (-41.07)	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: 15.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1 15.7(3.5)	S	0.00	-34.00	0.00	0.00	-104.19	0.00	3.06	

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00085	0.313	-50.0	0.0	0.00056	-40.0	2.0	-0.00186	40.0	19.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000142696	0.000847885	0.313	0.831

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


Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.10	-50.0	0.0	-94.0	20.0	19.0	600	15.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00062	0.00000	0.500	20.0	40	0.00027 (0.00027)	266	0.071 (990.00)	-41.07	0.00

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.24	-50.0	0.0	-67.7	20.0	19.0	600	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0.00000	0.500	20.0	40	0.00019 (0.00019)	266	0.051 (0.30)	-41.07	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.12	-50.0	0.0	-3.8	20.0	19.0	600	15.7

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00002	0.00000	0.500	20.0	40	0.00001 (0.00001)	266	0.003 (0.20)	-41.07	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  $\phi 10/20$ , posizionati a passo 40 cm.

La resistenza a taglio risulta pari a:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		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 <sup>2</sup>	0.74
Larghezza anima	bw	m	2.40
copriferro	c	m	0.072
altezza utile della sezione	d	m	0.24

#### Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0
---------------------------	-----------------	----	-----


#### Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	3398.6
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	10
passo staffe	scp	m	0.20
numero di bracci	nb		12
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	942
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	60
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	20.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1098.0
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	2063.5

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1098.0</b>
----------------------------	-----------------------	-----------	---------------

<b>Azione di calcolo</b>	<b>V</b>	<b>kN</b>	<b>969.6</b>
<b>Fattore di sicurezza</b>	<b>FS</b>	<b>-</b>	<b>1.1</b>

La verifica è soddisfatta essendo VRdu > VEdu.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 7 VERIFICHE 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.

### 7.1 Analisi della palificata

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrorso, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato posto lungo la direzione trasversale al cavalcavia), 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.

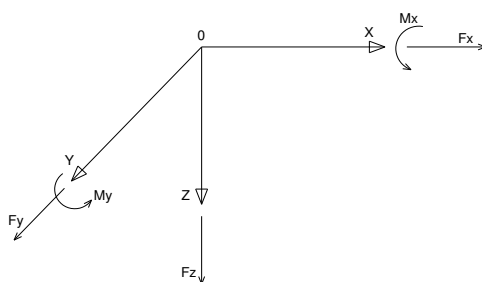


Figura 7.1. Sistema di riferimento


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.

Per quanto riguarda la [Spalla B](#), dove risiede l'appoggio fisso, secondo quanto previsto al par. 7.9.5.4.2 delle NTC, in assenza di un'analisi di interazione terreno spalla, le forze di inerzia sono state calcolate in base all'accelerazione valutata con lo spettro di progetto in corrispondenza del periodo  $T_b$ .

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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:

$$N_i = \frac{F_z}{n_p} \pm M_x \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i y_{pi}^2} \pm M_y \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i x_{pi}^2}$$

$$V_{xi} = \frac{F_x}{n_p}$$

$$V_{yi} = \frac{F_y}{n_p}$$

$$V = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}$$

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 involucri delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione per:

#### Spalla SPA:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	517	517	371	383	358	298
Azione assiale minima	Nmin	112	220	112	163	172	186
Azione trasversale massima	Vmax	115	115	70	85	82	72

#### Spalla SPB:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	506	506	382	374	309	255
Azione assiale minima	Nmin	63	155	63	115	180	192
Azione trasversale massima	Vmax	108	108	74	80	69	60


## 7.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui micropali è stato ipotizzato un modello di micropalo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale  $k_h$  costante con la profondità.

Nell'ipotesi di micropalo incastrato in sommità, il momento massimo viene attinto all'incastro con il plinto di fondazione e vale:

$$M_{max} = V_i \times (L_0 + H)/2$$



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Essendo  $L_0$  la lunghezza elastica del micropalo pari a:

$$L_0 = [4 \times E_p \times I_p / E_s]^{0.25}$$

$E_p$  il modulo di elasticità del micropalo;

$I_p$  il momento d'inerzia del micropalo;

$E_s$  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 micropalo di fondazione.

### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	$E_c$	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	$E_a$	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	$\nu$		0.30
Diametro del palo	$D_p$	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$D_a$	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$t_a$	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	$I_c$	m <sup>4</sup>	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	$I_a$	m <sup>4</sup>	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	$I_p$	m <sup>4</sup>	0.0006
$K_t$ Costante di reazione orizzontale (Vesic)	$k_t$	kN/mc	46632
Lunghezza libera d'inflessione	$L_0$	m	1.40


Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei micropali di fondazione sono le seguenti:

### Spalla SPA:

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	$N_{max}$	kN	517	371	383	358	298
Sforzo normale minimo	$N_{min}$	kN	220	112	163	172	186
Momento flettente massimo - 1° gabbia	$M_{max\_1a}$	kNm	81	49	60	57	50
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	$M_{max\_1a}$	kNm	89	54	66	63	55
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	$V_{max\_1a}$	kN	115	70	85	82	72

### Spalla SPB:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	$N_{max}$	kN	506	382	374	309	255
Sforzo normale minimo	$N_{min}$	kN	155	63	115	180	192
Momento flettente massimo - 1° gabbia	$M_{max\_1a}$	kNm	76	52	56	48	42
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	$M_{max\_1a}$	kNm	83	57	62	53	46
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	$V_{max\_1a}$	kN	108	74	80	69	60

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 7.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui micropali è stato ipotizzato un modello di micropalo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale  $k_h$  costante con la profondità.

Nell'ipotesi di micropalo 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 micropalo pari a:

$$L_0 = [4 \times E_p \times I_p / E_s]^{0.25}$$

$E_p$  il modulo di elasticità del micropalo;

$I_p$  il momento d'inerzia del micropalo;

$E_s$  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 micropalo di fondazione.


#### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	$E_c$	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	$E_a$	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	$\nu$		0.30
Diametro del palo	$D_p$	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$D_a$	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$t_a$	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	$I_c$	m <sup>4</sup>	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	$I_a$	m <sup>4</sup>	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	$I_p$	m <sup>4</sup>	0.0006
$K_t$ Costante di reazione orizzontale (Vesic)	$k_t$	kN/mc	46632
Lunghezza libera d'inflessione	$L_0$	m	1.40

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei micropali di fondazione sono le seguenti:

#### Spalla SPA:

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	$N_{\max}$	kN	517	371	383	358	298
Sforzo normale minimo	$N_{\min}$	kN	220	112	163	172	186
Momento flettente massimo - 1° gabbia	$M_{\max\_1a}$	kNm	81	49	60	57	50
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	$M_{\max\_1a}$	kNm	89	54	66	63	55
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	$V_{\max\_1a}$	kN	115	70	85	82	72

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## Spalla SPB:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	506	382	374	309	255
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	155	63	115	180	192
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	76	52	56	48	42
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	Mmax_1a	kNm	83	57	62	53	46
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	108	74	80	69	60

## 7.4 Verifiche di resistenza dei micropali di fondazione

In rapporto alle massime caratteristiche della sollecitazioni agenti si prevede che i micropali di fondazione delle spalle saranno armati come segue:

- tubi  $\phi 193.7$  di spessore 12.5 mm, per i primi 4 m, tubi  $\phi 193.7$  di spessore 10 mm, per i metri restanti.

### 7.4.1 Verifiche a pressoflessione e taglio

Le verifiche di resistenza sono condotte considerando esclusivamente il contributo offerto dall'armatura metallica.

Nelle verifiche, seguendo quanto prescritto dall'EC3, è stata tenuta in conto la perdita di spessore per corrosione. Nello specifico, si è fatto riferimento alla tabella 4.1 delle suddette norme, nell'ipotesi di micropalo in **terreno aggressivo** e vita nominale pari a 50 anni.

**Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater**


Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist, ....)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt, ....)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
<b>Notes:</b> 1) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two. 2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.					

**Figura 7.2. Valori raccomandati per la riduzione di spessore dovuta alla corrosione per pali e palancole in terreni, con o senza falda (EC3-5)**

Le verifiche SLU a taglio sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Essendo:

$V_{Ed}$  il taglio sollecitante di progetto;

$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$  la resistenza a taglio.

L'area resistente a taglio  $A_v$ , per sezioni circolari cavi e tubi di spessore uniforme è fornita da:

$$A_v = 2 A / \pi$$

Dove:

$A$  è l'area lorda della sezione del profilo.

Le verifiche SLU a pressoflessione sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

Essendo:

$M_{Ed}$  il momento sollecitante di progetto;

$M_{N,Rd}$  il momento resistente plastico opportunamente ridotto per tenere conto dello sforzo normale;

Per le sezioni circolari cave il momento resistente plastico in presenza di sforzo normale  $N_{Ed}$ , è fornito dalla seguente espressione (CIDECT - Rondal et al., 1992):

$$M_{N,Rd} = 1.04 M_{pl,Rd} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^{1.7} \right] \leq M_{pl,Rd}$$

In cui:

$N_{Ed}$  è lo sforzo normale di progetto agente in concomitanza con  $M_{Ed}$ ;

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$


È il momento plastico resistente a flessione della sezione anulare.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

È lo sforzo normale plastico resistente.

Nei casi in esame, in cui il taglio sollecitante di progetto  $V_{Ed}$  è inferiore al 50% della resistenza di progetto a taglio  $V_{c,Rd}$ , si può trascurare l'interazione tra flessione e taglio.

Le verifiche porgono quanto segue:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Dati acciaio	var	unità	SPB	SPA
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	Mpa	355	355
modulo elastico acciaio	E	MPa	210000	210000
fattore epsilon	$\epsilon$		0.814	0.814
Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	$\gamma_{M0}$		1.05	1.05

Caratteristiche geometriche della sezione	var	unità		
Diametro esterno del tubo	De	mm	219.1	219.1
spessore del tubo	sf	mm	12.5	12.5
riduzione di spessore di progetto	srid	mm	1.75	1.75
Diametro del tubo "efficace"	De	mm	215.6	215.6
spessore del tubo "efficace"	sf	mm	10.8	10.8
Classe della sezione compressa	Cl		1	1
Area lorda della sezione	A	mm <sup>2</sup>	6918	6918
Area resistente a taglio	Av	mm <sup>2</sup>	4404	4404
Momento d'inerzia	I	mm <sup>4</sup>	36389041	36389041
Modulo di resistenza elastico	We	mm <sup>3</sup>	337561	337561
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm <sup>3</sup>	451522	451522
Modulo di resistenza torsionale	WT	mm <sup>3</sup>	708599	708599


Caratteristiche della sollecitazione	var	unità		
Sforzo di taglio di calcolo	VEd	kN	108.0	115.0
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	506.0	517.0
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	83.0	89.0

#### VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2)

Verifica a torsione	var	unità	SI	SI
Resistenza torsionale di progetto	TRd	kNm	138.3	138.3
Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29)	TEd/TRd		0.00	0.00
Status check	Ch		OK	OK
Tensione tangenziale massima	$\tau_{t,Ed}$	Mpa	0.0	0.0

Verifica a taglio in presenza di torsione	var	unità		
Resistenza di calcolo a taglio	Vc,Rd	kN	859.7	859.7
Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione	Vc,Rd,red	kN	859.7	859.7
<b>Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17)</b>	<b>VEd/Vc,Rd,red</b>		<b>0.13</b>	<b>0.13</b>
Status check	Ch		OK	OK
<i>Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?</i>			SI	SI

Verifica a presso-tenso flessione retta	var	unità		
Resistenza di calcolo a compressione/trazione	Npl,Rd	kN	2339.0	2339.0
Resistenza di calcolo a flessione	Mpl,Rd	kNm	152.7	152.7
Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale	MN,Rd	kNm	104.9	103.8
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.22	0.22
Status check	Ch		OK	OK
<b>Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)</b>	<b>MEd/MN,Rd</b>		<b>0.79</b>	<b>0.86</b>
Status check	Ch		OK	OK

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### 7.4.2 Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali

L'ancoraggio dei micropali al plinto di fondazione è realizzato tramite "maniglioni" resistenti a taglio, saldati in testa ai tubi.

Sono previste 4 barre  $\phi 26$  in acciaio B450C, da saldare ai tubi con cordoli di lunghezza 60 mm e altezza della sezione di gola pari a 5 mm.

La verifica della saldatura è stata effettuata come segue:

$$F_{w,Ed} / F_{w,Rd} \leq 1$$

Dove la forza di progetto agente sul singolo cordone è pari a:

$$F_{w,Ed} = N_{Ed} / (2 \cdot nb)$$

Essendo:

$N_{Ed}$  lo sforzo normale di progetto sul micropalo;

$nb$  il numero di ancoraggi al micropalo (2 per barra);

mentre, la resistenza di progetto del cordone d'angolo è pari a:

$$F_{w,Rd} = a \cdot L_c \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

Essendo:


$a$  l'altezza della sezione di gola;

$L_c$  la lunghezza del singolo cordone;

$f_{tk}$  la resistenza a rottura del materiale di apporto;

$\beta = 0.90$  per acciaio S355.

Le verifiche porgono quanto segue:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

#### VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI IN TESTA AI MICROPALI

Verifica a tranciamento delle barre di ancoraggio	var	unità		
Numero di maniglioni	nm		4	4
numero complessivi di bracci resistenti a tranciamento	nb		8	8
diametro delle barre di ancoraggio	fb	mm	26	26
Area resistente a tranciamento	Ab	mm <sup>2</sup>	4247	4247
tensione di snervamento dell'acciaio delle barre	fyk	MPa	450	450
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza tangenziale di progetto	$\tau_{t,Rd}$	MPa	225.9	225.9
Forza di assiale di progetto	NEd	kN	506.0	517.0
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	959.6	959.6
<b>Rapporto NEd / Nt,Rd</b>	<b>NEd/Nt,Rd</b>		<b>0.53</b>	<b>0.54</b>
Status check	Ch		OK	OK

Verifica delle saldature delle barre ai tubi	var	unità		
lunghezza minima cordone d'angolo	lc	mm	60	60
altezza della gola	a	mm	5	5
Area resistente saldatura	Asal	mm <sup>2</sup>	300	300
tensione di rottura materiale di apporto	ftk	MPa	510	510
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_{M2}$		1.25	1.25
Coefficiente beta	$\beta$		0.90	0.90
Forza di progetto che sollecita il cordone d'angolo: NEd / (2 x nb)	Fw,Ed	kN	31.6	32.3
Resistenza di progetto del cordone d'angolo	Fw,Rd	kN	78.5	78.5
<b>Rapporto Fw,Ed / Fw,Rd</b>	<b>Fw,Ed / Fw,Rd</b>		<b>0.40</b>	<b>0.41</b>
Status check	Ch		OK	OK

### 7.5 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.**

#### 7.5.1 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).

#### 7.5.2 Mensola posteriore

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone), sollecitata dalla reazione del palo maggiormente caricato (palo di spigolo).

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 7.5.3 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.

### 7.5.4 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  $Q_{ik}$  da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di  $Q_{ik}$ ) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

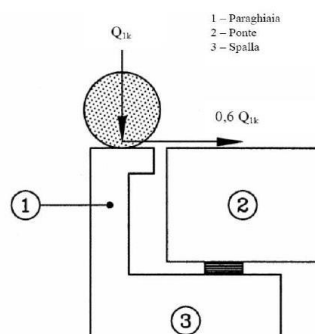


Figura 7.3. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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  $K_0$ .

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.



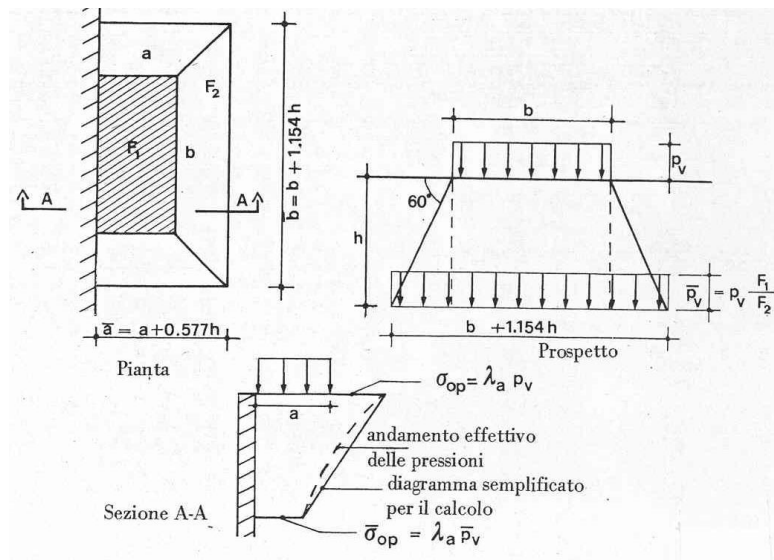


Figura 7.4. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

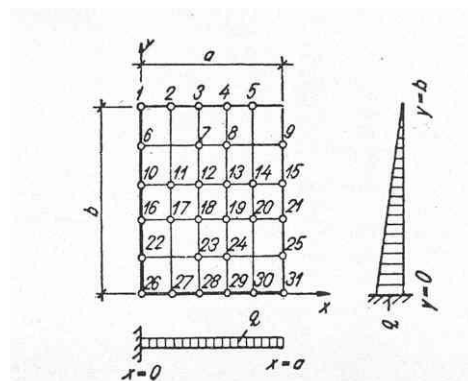
La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 7.4 interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a  $(b + 1.154h + 2.00)$ .

### 7.5.5 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:




S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Figura 7.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

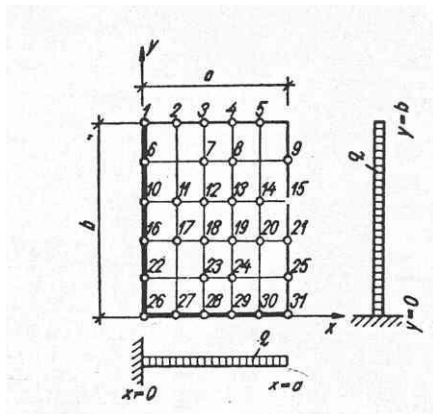



Figura 7.6. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

#### 7.5.6 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 resistenza 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 8 APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

Come precedentemente illustrato l'impalcato sarà vincolato alle sottostrutture mediante apparecchi di appoggio in acciaio-teflon.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche degli apparecchi di appoggio prescelti:

### CV01

#### APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-FELCON A DISCO ELASTOMERICO CONTINATO														
Allineamento	Tip	TRAVI INTERNE						TRAVI ESTERNE						
		N <sub>s</sub> sl <sub>u</sub> [kN]	VI SLU [kN]	Vt SLU [kN]	S <sub>long</sub> ± [mm]	S <sub>trasv</sub> ± [mm]	rot [rad]	Tip	N <sub>s</sub> sl <sub>u</sub> [kN]	VI SLU [kN]	Vt SLU [kN]	S <sub>long</sub> ± [mm]	S <sub>trasv</sub> ± [mm]	rot [rad]
SPA	VM	3000			50	25	0.010	VUT	3000	1000			25	0.010
SPB	VUL	3000		300	50		0.010	VF	3000	1000	1000			0.010

Essendo:

#### 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 <sub>sd</sub> SLU	MASSIMO CARICO VERTICALE SLU
VI SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE LONGITUDINALE SLU
Vt SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE TRASVERSALE SLU
S <sub>long</sub>	SCORRIMENTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
S <sub>trasv</sub>	SCORRIMENTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

### 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
	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	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.5	1025.4	0.0
SPB	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.5	1025.4	0.0

#### Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi

Combinazione n.

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

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>												
CA350		Relazione tecnica e di calcolo CV01										

Carichi trasmessi agli appoggi


											MAX	MIN
<b>Combinazione SLE-QP</b>												
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	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	940.4	940.4
SPB	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	940.4	940.4
<b>Combinazione SLE-RARA</b>												
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	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.1	1025.4	0.0	2021.9	884.4
SPB	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.1	1025.4	0.0	2021.9	884.4
<b>Combinazione SLU-STR</b>												
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	887.5	382.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.1	1384.3	0.0	2738.0	1185.5
SPB	887.5	382.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.1	1384.3	0.0	2738.0	1185.5
<b>Combinazione SLU-SIS</b>												
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 (max)	Sommano	Sommano
SPA	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	940.4	940.4
SPB	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	940.4	940.4
<b>Combinazione SLE-FREQ</b>												
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 (max)	Sommano	Sommano
SPA	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	769.1	0.0	1709.5	940.4
SPB	657.4	283.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	769.1	0.0	1709.5	940.4

I carichi verticali sono ampiamente compatibili con le resistenze  $N_{sd}$  SLU dei dispositivi di appoggio previsti.


### 8.1.2 Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato

I carichi orizzontali sono stati valutati con gli specifici fogli di calcolo utilizzati per il dimensionamento delle spalle.

Di seguito si riepilogano i carichi orizzontali trasmessi agli appoggi per ciascuna azione elementare, e la combinazione secondo quanto precedentemente illustrato:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

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			29.0	
	SPB		552.0	29.0	
trave SX	SPA			29.0	
	SPB		552.0	29.0	
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	29.0	29.0
	SPB	0.0	552.0	29.0	581.0
trave SX	SPA	0.0	0.0	29.0	29.0
	SPB	0.0	552.0	29.0	581.0

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	


CARICHI ORIZZONTALI <b>TRASVERSALI</b> TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO					
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari					
VT	Condizione n.	1	2	3	
		Sisma	Sisma	Forze	
	Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite	
trave DX	SPA	193.0			
	SPB	193.0			
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	Sisma trasversale	Sisma longitudinale	Forze Parassite	Sommano
trave DX	SPA	193.0	0.0	0.0	193.0
	SPB	193.0	0.0	0.0	193.0
trave SX	SPA	0.0	0.0	0.0	0.0
	SPB	0.0	0.0	0.0	0.0

I carichi orizzontali agenti sugli apparecchi di appoggio sono ampiamente compatibili con le relative resistenze nelle due direzioni.

### 8.1.3 Calcolo degli scorrimenti di progetto

Il calcolo degli scorrimenti di progetto è stato effettuato in condizioni ordinarie, tenendo conto dei contributi di ritiro e variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture di impalcato, e in condizioni sismiche sommando i contributi legati agli spostamenti sismici, al ritiro ed alle variazioni termiche, quest'ultimi conteggiati al 50%.


La tabella seguente illustra il calcolo degli scorrimenti:

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	30.0
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	40.5
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-10.18
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	80
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	$\varepsilon_{CS}$		0.00015
Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	40.4
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-10.6
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	44.4
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-6.6
Massima variazione termica in contrazione: $DTN_{con} = T0 - Te,min$	$\Delta TN_{con}$	[°]	21.6
Massima variazione termica in espansione: $DTN_{exp} = Te,max - T0$	$\Delta TN_{exp}$	[°]	29.4
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	$\Delta TN$	[°]	51.0
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN_{con\_g}$	[°]	41.6
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN_{exp\_g}$	[°]	49.4
Massima contrazione longitudinale per ritiro	$\Delta l_{rit,con}$	mm	-5
Massimo contrazione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,con}$	mm	-12
escursione complessiva di contrazione	$\Delta l_{max,con}$	mm	-17
Massima espansione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,exp}$	mm	15
escursione complessiva longitudinale	$\Delta l_{tot}$	mm	32
escursione complessiva longitudinale di progetto	$\Delta l_{tot}$	mm	50

## 8.2 Giunti di dilatazione

Alle due estremità dell'impalcato saranno disposti giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva in direzione longitudinale di 50 mm ed in direzione trasversale di 25 mm.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI

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  $E_d \leq R_d$  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 $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> 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  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(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	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificata 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  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale  $\gamma_T$  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 micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

Dove:

$F_{cd}$  è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul micropalo singolo;

$R_{cd}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd}$$

Essendo:


$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$  la resistenza alla base di progetto;

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei micropali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$R_{bk} = \text{Min} [ (R_{bc}, cal)_{media} / \xi_3; (R_{bc}, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza alla punta caratteristica;

$R_{sk} = \text{Min} [ (R_{sc}, cal)_{media} / \xi_3; (R_{sc}, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica;

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$\xi_3, \xi_4$  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  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	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:

$$R_{s,cal} = \sum_i^n q_{s_i} A_{l_i} \quad \text{la resistenza laterale}$$

$$R_{b,cal} = q_b A_p \quad \text{la resistenza alla punta e:}$$

$i$  è lo strato iesimo attraversato dal palo ed  $n$  il numero totale degli strati.

Le resistenze di calcolo laterale ed alla punta del singolo micropalo sono state calcolate in accordo a Bustamante e Doix:

$$R_{s,cal_i} = \pi \times D_{s_i} \times L_{s_i} \times q_{s_i} \quad \text{con:}$$


$L_s$  = altezza dello strato attraversato dal micropalo;

$D_{s_i}$  = Diametro reso del micropalo nello strato  $i$ -esimo, correlato al diametro di perforazione  $D_n$  attraverso la seguente relazione:

$$D_{s_i} = \alpha_i D_n$$

Dove  $\alpha_i$  è un parametro dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenarie alterate o fratturate	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

$q_{si}$  = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno, pure dipendente dal tipo di terreno attraversato e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di  $N_{spt}$  e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi grafici seguenti):

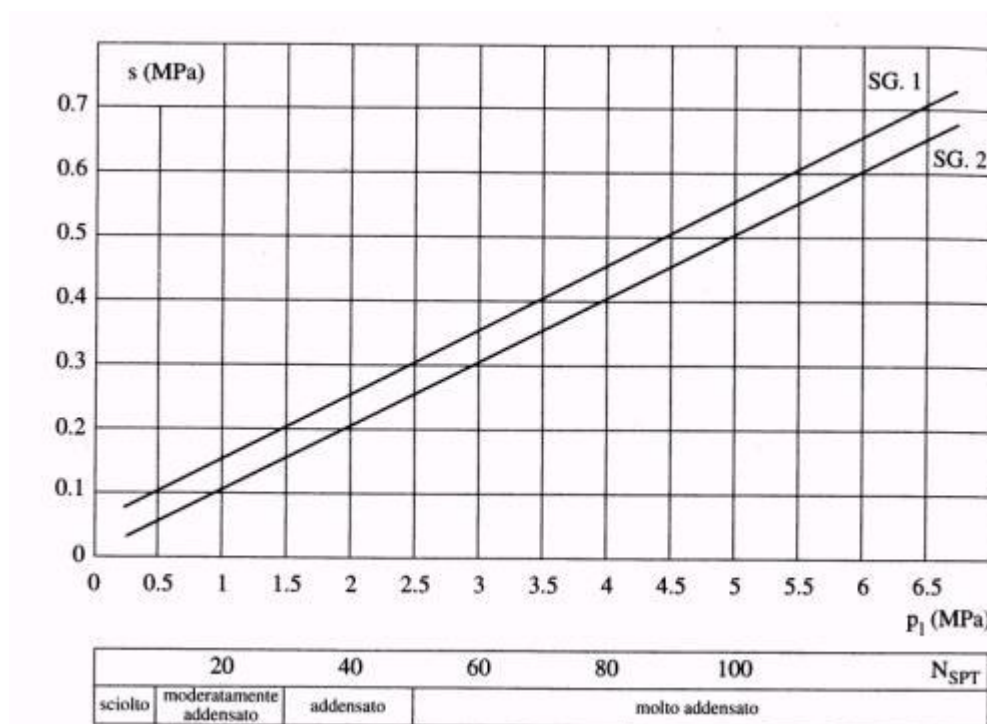


Figura 9.1 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per sabbie e ghiaie

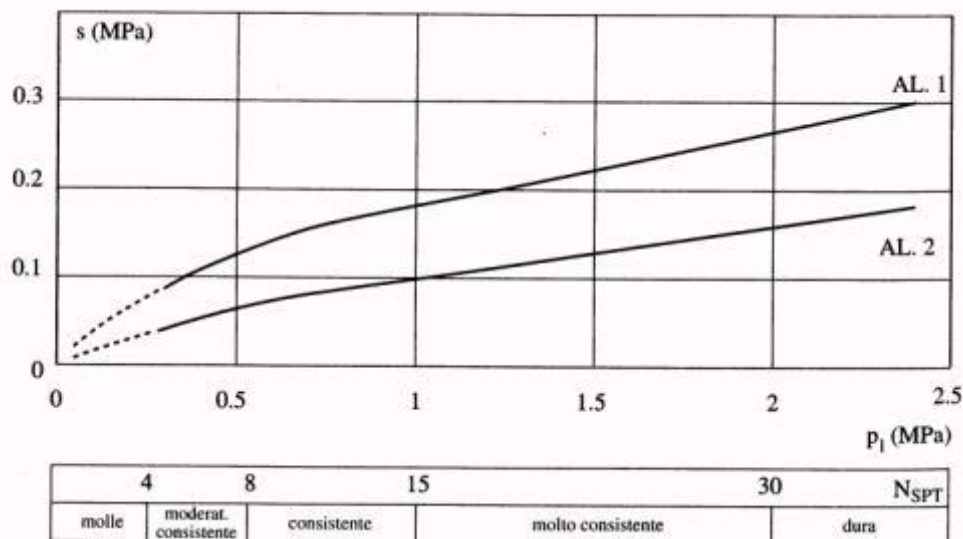


Figura 9.2 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per argille e limi

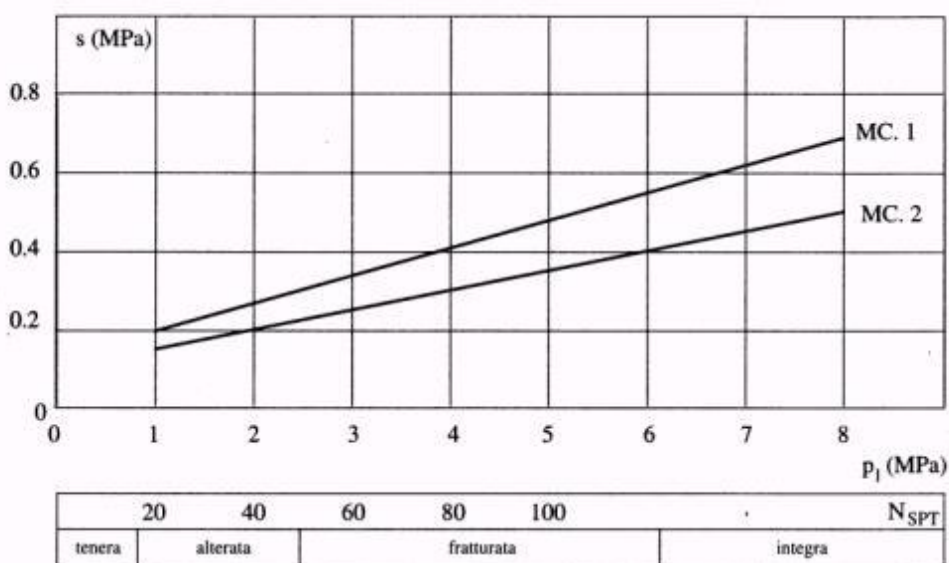



Figura 9.3 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per gessi, marne, marne calcaree

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

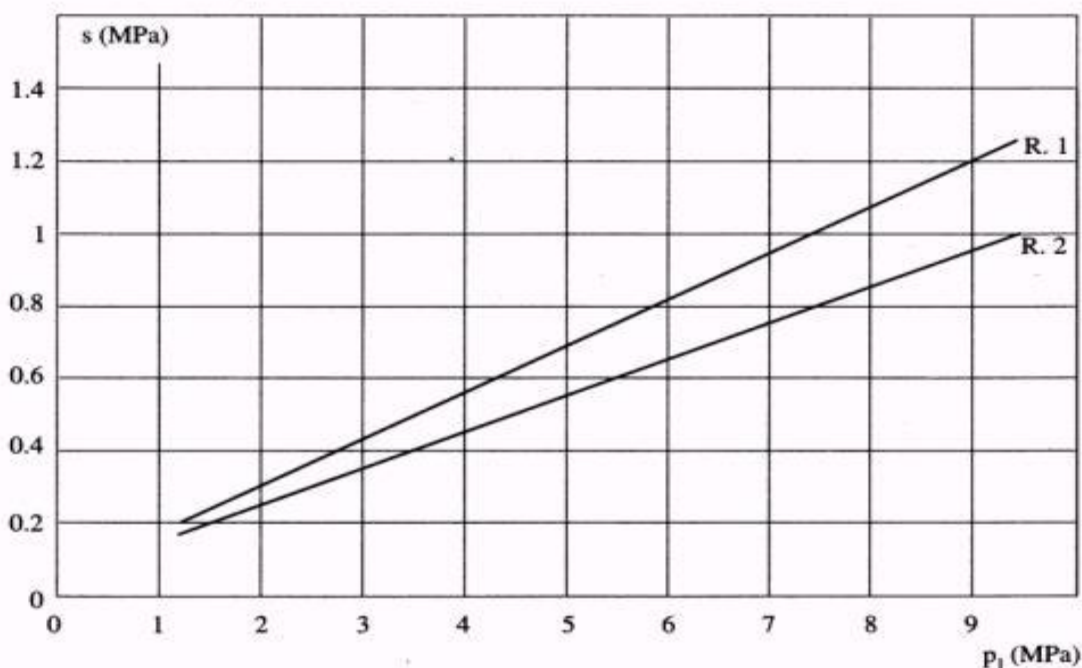


Figura 9.4 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per rocce alterate e fratturate

La resistenza di calcolo alla punta del singolo micropalo è fissata pari a:

$$R_{b,cal} = 0.15 \times R_{s,cal}$$

### 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:

$$R_{cd,gr} = \eta \cdot n \cdot R_{cd}$$


In cui:

$\eta$  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 micropalo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1.

Per palificate in terreni incoerenti e/o lapidei fratturati o alterati 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

### 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:

$$R_{cd} = R_{sd}$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$\gamma_s$  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

### 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 micropalo singolo;


$R_{tr,d}$  la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il micropalo singolo fornita dalla seguente espressione:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$  la resistenza caratteristica ai carichi orizzontali;

$\gamma_T$  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;

$R_{tr,k} = \text{Min} [ (R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$R_{tr,cal}$  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 influente 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".

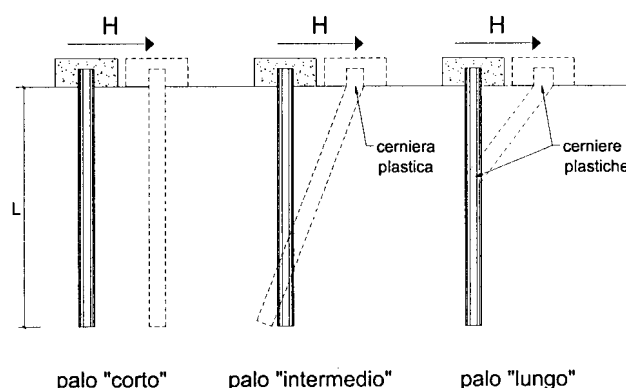



Figura 9.5 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

#### 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

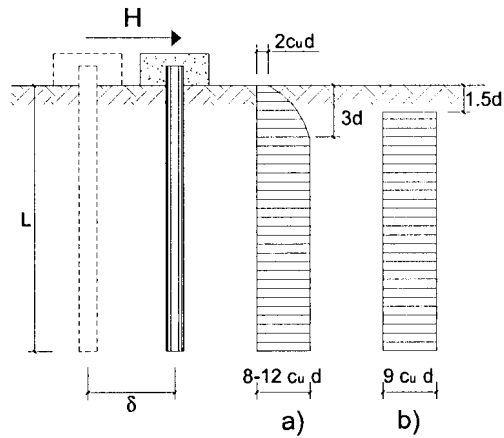
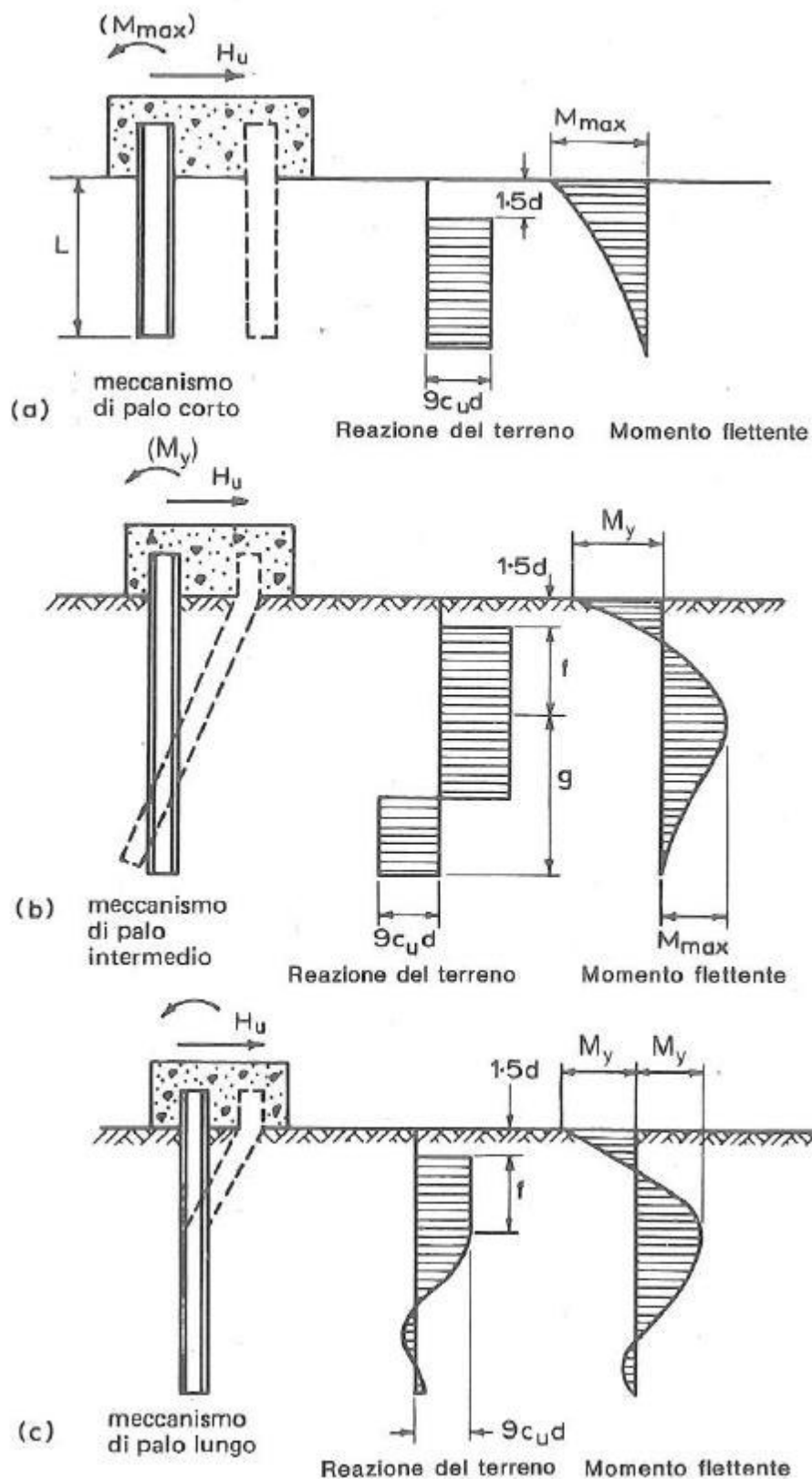


Figura 9.6 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:






<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Figura 9.7 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

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:

$$H_{\lim} = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H_{\lim} = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{\lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

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:

$$H_{\lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{\lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

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:

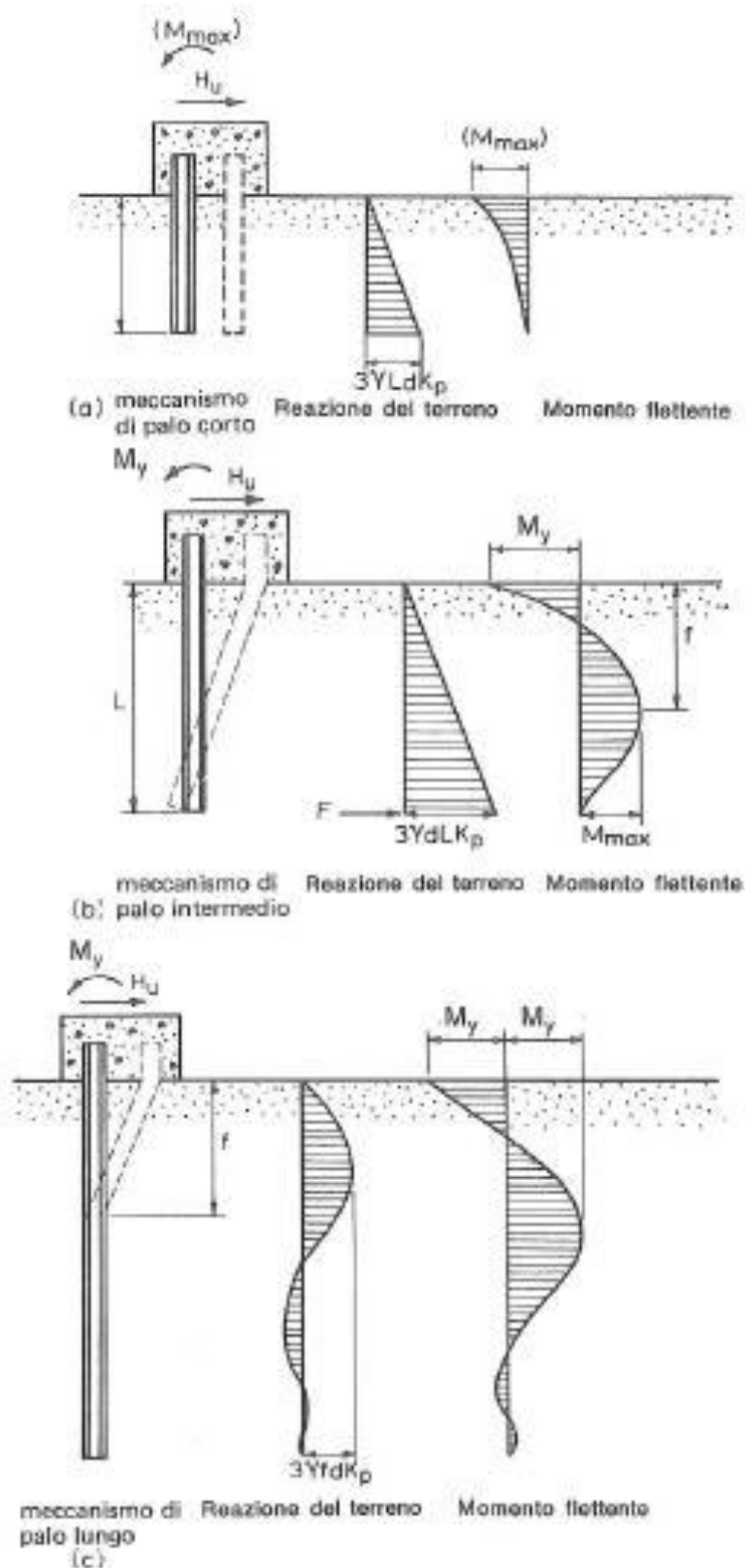
$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

$z$  la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .




<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Figura 9.8 – 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:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{My}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Volendo tenere conto del reale affondamento  $H_r$  della testa del palo rispetto al piano di campagna, il valore di  $H_{lim}$ , per il caso di palo lungo, si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = p_{h1} \cdot L + \frac{3}{2} k_p \gamma D L^2$$

$$k_p \gamma D L^3 + \frac{1}{2} p_{h1} \cdot L^2 - 2My = 0$$

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:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left( \frac{2My}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

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:

$$R_{tr,dgr} = \eta \cdot n \cdot R_{tr,d1}$$

In cui:

$\eta_{tr}$  è l'efficienza del gruppo di pali;

$n$  Il numero complessivo di pali del gruppo.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

$R_{tr,d1}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1 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.

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 9.9 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 9.12- 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 9.9 – Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnavant & 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 9.11.

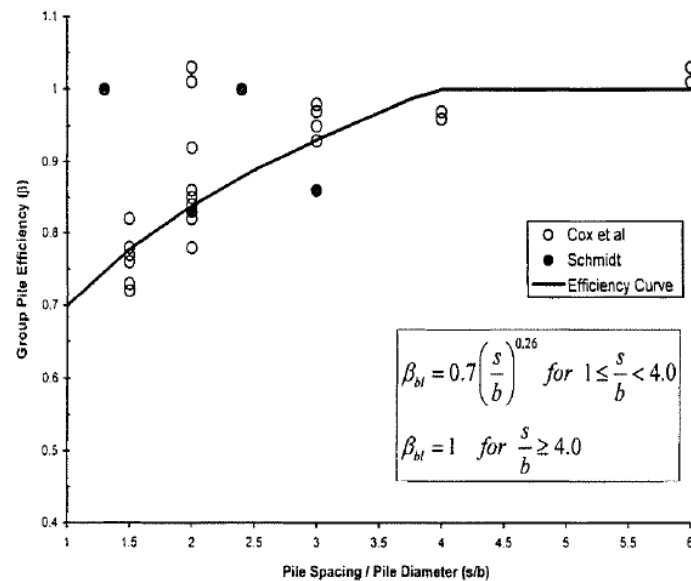


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.11..

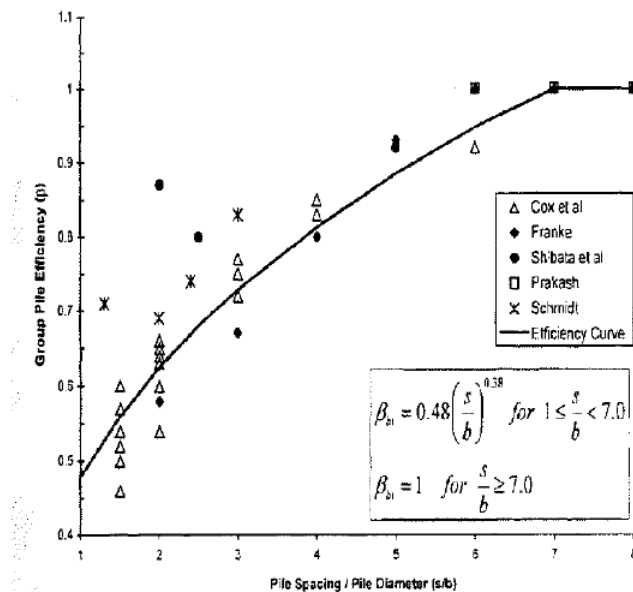



Figura 9.11 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

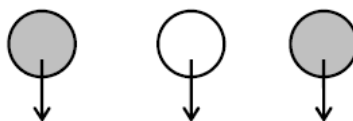


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 9.12 – 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 9.12.

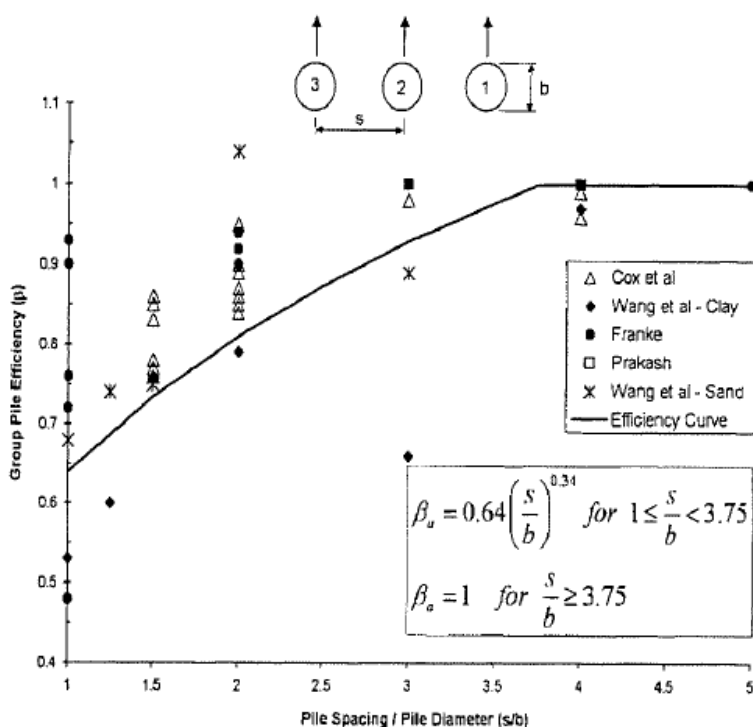


Figura 9.13 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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 10%.


### 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.

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

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:

$$w1 = \frac{PI}{E_s d}$$

nella quale:

w1 cedimento del palo isolato;

P carico assiale applicato;

Ifloating pile =  $I_o \cdot R_K \cdot R_h \cdot R_v$ ;

Iend 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;



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		 <p>GRUPPO FS ITALIANE</p>
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

K rapporto tra i moduli di elasticità del materiale costituente il palo e del terreno.

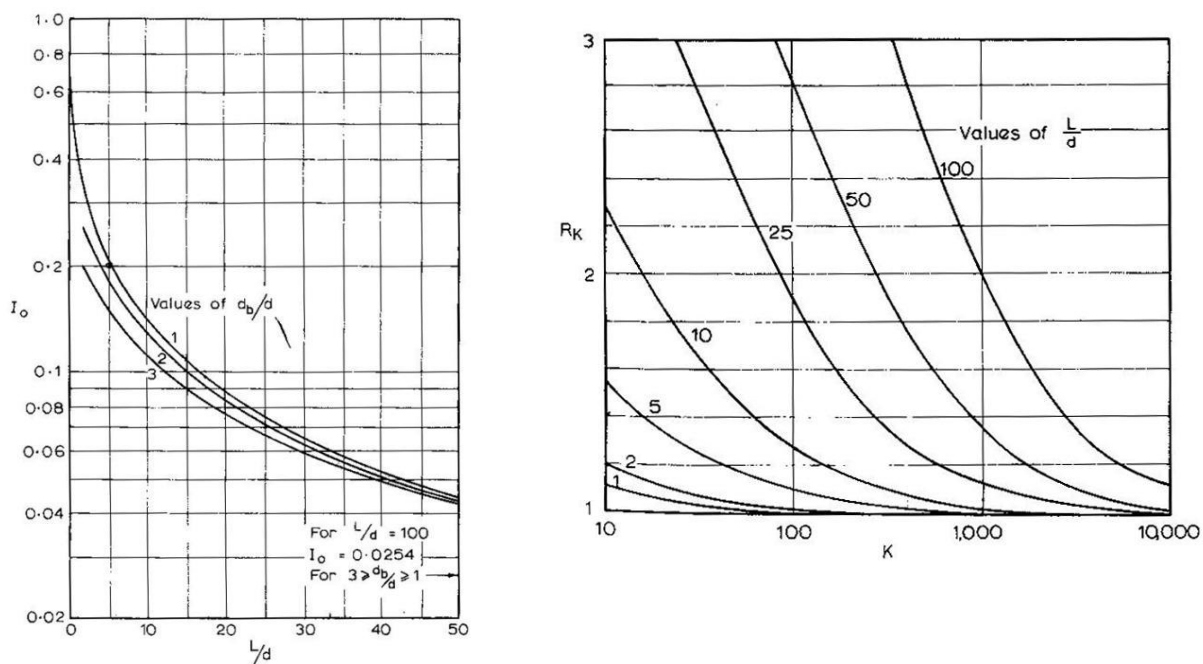


Figura 9.14 – fattori correttivi  $I_o$  ed  $R_K$

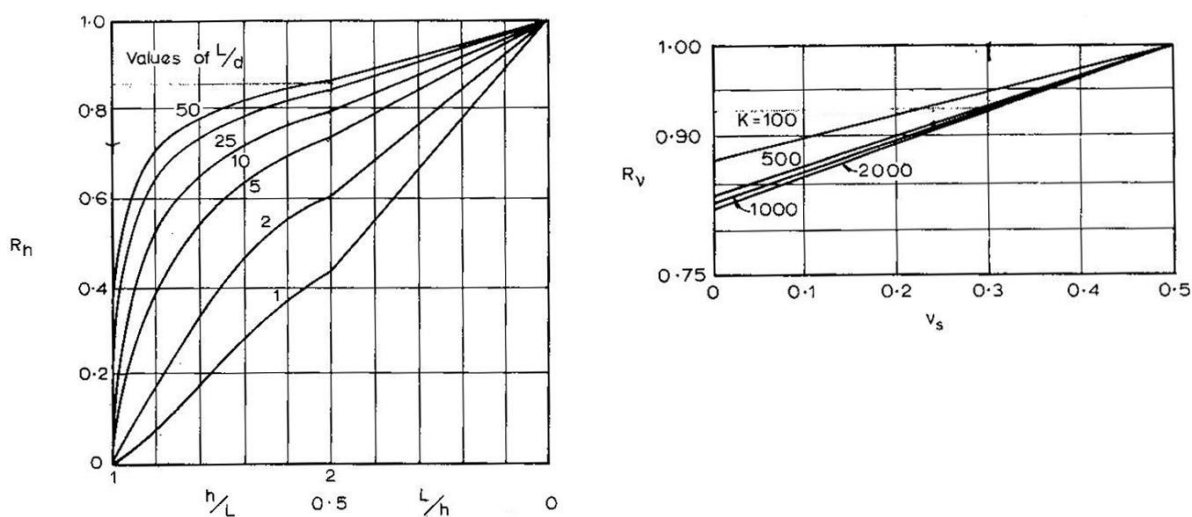


Figura 9.15 – fattori correttivi  $R_h$  ed  $R_v$

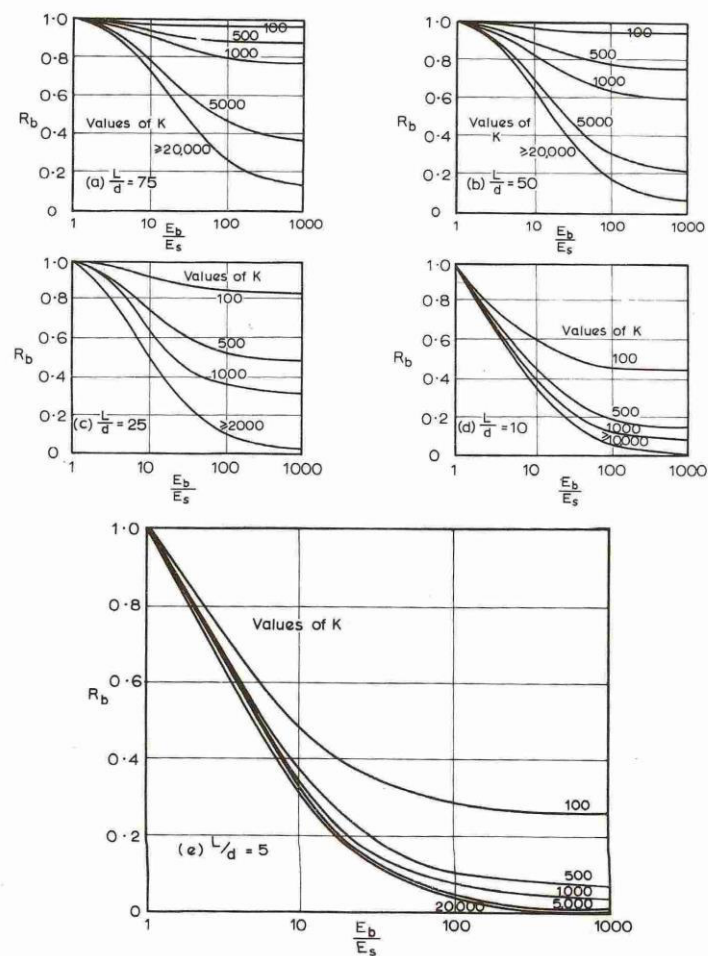



Figura 9.16 - fattore correttivo  $R_b$ : caso end-bearing

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

## 10 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  $E_d \leq R_d$  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.

### 10.1 Applicazione al caso in esame

Si omettono le verifiche di stabilità globale delle fondazioni su pali del cavalcavia, che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

#### 10.1.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su micropali

Le fondazioni sono di tipo indiretto su micropali  $\phi 300$ , collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0 m.

Per entrambe le spalle sono previsti 80 micropali disposti secondo una maglia rettangolare (10 x 8), garantendo una distanza minima tra gli assi dei micropali pari a 1.17 m (3D).

#### 10.1.2 Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su micropali.

Inoltre, è indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei micropali.

Nel caso in esame, per la verifica delle fondazioni delle spalle, è stata assunta un'unica stratigrafia.

VIADOTTO: CV01 Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali 1

Allineamento: SPALLE

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

STRATEGIE E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO				PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA'	
Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	VALORI MEDI						VALORI MINIMI						Eop [MPa]
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$\alpha$	$q_{sk}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$\alpha$	$q_{sk}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]	NSPT	
1	0.00	12.00	S Sabbia con ghiaia limos	18.0	1.1	250	13	33.0		18.0	1.1	200		32.0		30-40
2	12.00	50.00	G Ghiaia sagg.	26.0	1.1	350	167	31.0		26.0	1.1	300	145.0	29.0		


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	Relazione tecnica e di calcolo CV01	

Tabella 10.1 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni.

### 10.1.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto  $R_{cd}$  – Lunghezza del micropalo ( $L_p$ ), che consentono il dimensionamento della lunghezza del micropalo in funzione dei carichi di progetto  $F_{cd}$ .

I valori di  $F_{cd}$ ,  $F_{td}$  considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Le 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			MICROPALI SOGGETTI A COMPRESSIONE					MICROPALI SOGGETTI A TRAZIONE		
			PARAMETRI MINIMI					MINIMI		
Stratigrafia	Allineamenti	$L_p$ [m]	$R_{sd}$ [kN]	$R_{bd}$ [kN]	$R_{cd}$ [kN]	$E_{dc}$ [kN]	c.u. %	$R_{td}$ [kN]	$E_{dt}$ [kN]	c.u. %
STR1	SPB	8.0	530	68	598	517	86%	488	0	0%
	SPA	8.0	530	68	598	506	85%	488	0	0%

Tabella 10.2 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

### 10.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

In allegato si riporta il calcolo delle resistenze di progetto  $R_{tr,d}$ , che tiene conto dell'affondamento della testa del palo da piano di campagna.

I valori di  $F_{tr,d}$  considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli precedenti.


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.

RIEPILOGO RISULTATI		MICROPALO SINGOLO								
		$M_y$ (kNm)	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	npali	$\eta$ (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
TIPO 1	SPB	181	168	108	64%	80	80%	10758	8640	80%
	SPA		168	115	68%	80	80%	10758	9200	86%

Tabella 10.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del micropalo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

### 10.1.5 Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata

Nel caso in esame, date le caratteristiche delle formazioni di interesse, gli abbassamenti delle fondazioni indirette su micropali sono da ritenersi trascurabili e pertanto non prese in considerazione.

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 11 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

### 11.1 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.

### 11.2 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

### 11.3 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.

### 11.4 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.

### 11.5 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.


### 11.6 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

S.S.127 "Settentrionale Sarda" Completamento circonvallazione di Tempio Progetto Definitivo		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</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.


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

**12 ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –  
CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI**

Pagina 1 di 2




Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali																																
					Armatura soletta in c.a.							Trave isolata						Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0				
Sez	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	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
2	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
3	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
4	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
5	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0809	0.729	0.0388	0.002708	0.000029	0.16778	1.282	0.087155	0.709245	0.000033	0.164575	1.272	0.086258	0.692731	0.000033	0.274854	1.483	0.105383	1.260995	0.000085
6	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0809	0.729	0.0388	0.002708	0.000029	0.16778	1.282	0.087155	0.709245	0.000033	0.164575	1.272	0.086258	0.692731	0.000033	0.274854	1.483	0.105383	1.260995	0.000085
7	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0809	0.729	0.0388	0.002708	0.000029	0.16778	1.282	0.087155	0.709245	0.000033	0.164575	1.272	0.086258	0.692731	0.000033	0.274854	1.483	0.105383	1.260995	0.000085
8	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0809	0.729	0.0388	0.002708	0.000029	0.16778	1.282	0.087155	0.709245	0.000033	0.164575	1.272	0.086258	0.692731	0.000033	0.274854	1.483	0.105383	1.260995	0.000085
9	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0809	0.729	0.0388	0.002708	0.000029	0.16778	1.282	0.087155	0.709245	0.000033	0.164575	1.272	0.086258	0.692731	0.000033	0.274854	1.483	0.105383	1.260995	0.000085
10	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
11	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
12	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080
13	0.540	1.1178	0.199	0.007631913	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.600	0.0800	0.766	0.03743	0.002494	0.000024	0.16692	1.302	0.082323	0.705592	0.000028	0.163715	1.293	0.081494	0.689078	0.000028	0.273994	1.496	0.099167	1.257342	0.000080

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

**13 ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –  
CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA**



all		Trave isolata												Trave composta - n=nninf														Trave composta - n=nnrft														Trave composta - n=nn0													
Sez	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/lx B (m-1)	Sx/lx C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	AI (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lx (m4)	ly (m4)	Jl (m4)	Sx/lx (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)	WDI (m3)	WAS2l (mc)	WAS1l (mc)	WEI (m3)	WFI (mc)	Ar (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lxr (m4)	lyr (m4)	Jl (m4)	Sx/lx (m-1)	WAR (m3)	WBR (m3)	WCR (m3)	WDR (m3)	WAS2r (mc)	WAS1r (mc)	WER (m3)	WFR (mc)	AO (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lx0 (m4)	ly0 (m4)	Jl (m4)	Sx/lx (m-1)	WAO (m3)	WBO (m3)	WCO (m3)	WDO (m3)	WAS20 (mc)	WAS10 (mc)	WE0 (m3)	WFO (mc)		
1	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.163815	1.293	0.487	0.081517	0.705592	0.000028	0.517473	0.063055	0.064809	0.299485	0.265363	0.210535	0.138826	3.250743	1.894576	0.160717	1.283	0.497	0.080687	0.689078	0.000028	0.513119	0.062887	0.064650	0.286174	0.254573	0.203267	0.135165	3.277838	1.930680	0.26732	1.489	0.291	0.098482	1.257342	0.000080	0.587640	0.066148	0.067740	1.292819	0.885820	0.515139	0.251759	3.349753	1.345142		
2	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.164145	1.294	0.486	0.081606	0.705592	0.000028	0.517923	0.063073	0.064826	0.300950	0.266545	0.211326	0.139221	3.263188	1.899658	0.161033	1.284	0.496	0.080775	0.689078	0.000028	0.513576	0.062905	0.064668	0.287530	0.255676	0.204015	0.135545	3.290117	1.935800	0.268126	1.490	0.290	0.098568	1.257342	0.000080	0.587904	0.066163	0.067755	1.310290	0.894233	0.518161	0.252591	3.370337	1.349149		
3	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.164145	1.294	0.486	0.081606	0.705592	0.000028	0.517923	0.063073	0.064826	0.300950	0.266545	0.211326	0.139221	3.263188	1.899658	0.161033	1.284	0.496	0.080775	0.689078	0.000028	0.513576	0.062905	0.064668	0.287530	0.255676	0.204015	0.135545	3.290117	1.935800	0.268126	1.490	0.290	0.098568	1.257342	0.000080	0.587904	0.066163	0.067755	1.310290	0.894233	0.518161	0.252591	3.370337	1.349149		
4	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.165169	1.297	0.483	0.081878	0.705592	0.000028	0.519299	0.063128	0.064879	0.305523	0.270231	0.213785	0.140444	3.301882	1.915384	0.162013	1.287	0.493	0.081045	0.689078	0.000028	0.514975	0.062961	0.064721	0.291764	0.259115	0.206339	0.136721	3.328290	1.951649	0.270625	1.493	0.287	0.098829	1.257342	0.000080	0.588708	0.066209	0.067798	1.366647	0.920924	0.527608	0.255184	3.434746	1.361528		
5	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.165169	1.297	0.483	0.081878	0.705592	0.000028	0.519299	0.063128	0.064879	0.305523	0.270231	0.213785	0.140444	3.301882	1.915384	0.162013	1.287	0.493	0.081045	0.689078	0.000028	0.514975	0.062961	0.064721	0.291764	0.259115	0.206339	0.136721	3.328290	1.951649	0.270625	1.493	0.287	0.098829	1.257342	0.000080	0.588708	0.066209	0.067798	1.366647	0.920924	0.527608	0.255184	3.434746	1.361528		
6	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.166193	1.300	0.480	0.082147	0.705592	0.000028	0.520649	0.063183	0.064931	0.310148	0.273948	0.216254	0.141666	3.340753	1.931071	0.162992	1.290	0.490	0.081312	0.689078	0.000028	0.516348	0.063016	0.064773	0.296042	0.262582	0.208672	0.137896	3.366630	1.967460	0.273124	1.496	0.284	0.099086	1.257342	0.000080	0.589491	0.066254	0.067842	1.426572	0.948576	0.537174	0.257728	3.500078	1.373841		
7	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.166193	1.300	0.480	0.082147	0.705592	0.000028	0.520649	0.063183	0.064931	0.310148	0.273948	0.216254	0.141666	3.340753	1.931071	0.162992	1.290	0.490	0.081312	0.689078	0.000028	0.516348	0.063016	0.064773	0.296042	0.262582	0.208672	0.137896	3.366630	1.967460	0.273124	1.496	0.284	0.099086	1.257342	0.000080	0.589491	0.066254	0.067842	1.426572	0.948576	0.537174	0.257728	3.500078	1.373841		
8	0.000024	0.027540	0.559761	0.534585	0.048878	0.051219	0.046833	0.044869	0.16692	1.302	0.478	0.082323	0.705592	0.000028	0.521583	0.063216	0.064962	0.313304	0.276477	0.217925	0.142487	3.367086	1.941601	0.163715	1.293	0.487	0.081494	0.689078	0.000028	0.517334	0.063051	0.064806	0.299075	0.265033	0.210314	0.138716	3.393621	1.978491	0.273994	1.496	0.284	0.099167	1.257342	0.000080	0.589753	0.066267	0.067854	1.447026	0.957843	0.540327	0.258563	3.521639	1.377840		
9	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
10	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
11	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
12	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
13	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
14	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
15	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
16	0.000029	0.024400	0.584900	0.538804	0.053210	0.056298	0.046423	0.044557	0.16778	1.282	0.498	0.087155	0.709245	0.000033	0.512992	0.067991	0.070181	0.307808	0.273945	0.218901	0.145708	3.377456	1.991878	0.164575	1.272	0.508	0.086258	0.692731	0.000033	0.508875	0.067825	0.070027	0.294174	0.262804	0.211302	0.141820	3.404981	2.029173	0.274854	1.483	0.297	0.105383	1.260995	0.000085	0.578992	0.071041	0.073010	1.291686	0.903911	0.536067	0.265726	3.480555	1.422344		
17	0.000029	0.02440																																																					

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	


## 14 ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU

LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 TRAVI

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE - VERIFICHE SLU

Coefficienti parziali verifiche SLU (STR)

			1.35		1.35		1.20		1.35						0.90		1.20					0.90					0.90								
FRAME	LOC (m)	Progr. (m)					Cedimenti vincolari		Carichi mobili dinamizzati								Ritiro: Effetti isostatici		Ritiro: effetti iperstatici		Var.Term.+.: Effetti isostatici			V.T.+.: effetti iperstatici			Var.Term.-.: Effetti isostatici			V.T.-.: effetti iperstatici					
			peso proprio		perm. Portati		Ced Max		Ced Min		Mmax		Mmin		Vmax		Vmin		Azione del vento		Soletta	Struttura composta		Struttura composta		Soletta	Struttura composta		Struttura composta		Soletta	Struttura composta			
			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	-887.5	0.0	-382.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1384.3	0.0	-25.0	4593.9	-4593.9	2370.5	0.0	0.0	-3314.0	3314.0	-1028.1	0.0	0.0	3314.0	-3314.0	1028.1	0.0	0.0	
1	1.00	1.00	857.9	-828.3	369.4	-356.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1337.7	-1319.7	0.0	0.0	432.3	14.9	1320.4	-1320.3	24.1	-23.3	4615.0	-4615.0	2376.8	0.0	0.0	-3329.2	3329.2	-1029.7	0.0	0.0	3329.2	-3329.2	1029.7	0.0	0.0
2	0.00	1.00	857.9	-828.3	369.4	-356.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1337.7	-1319.7	0.0	0.0	432.3	14.9	1320.4	-1320.3	24.1	-23.3	4615.0	-4615.0	2376.8	0.0	0.0	-3329.2	3329.2	-1029.7	0.0	0.0	3329.2	-3329.2	1029.7	0.0	0.0
2	3.10	4.10	3141.7	-645.1	1352.6	-277.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4888.5	-1119.1	0.0	0.0	2860.4	110.4	4627.0	-1129.2	88.4	-18.1	4680.5	-4680.5	2396.1	0.0	0.0	-3376.4	3376.4	-1034.8	0.0	0.0	3376.4	-3376.4	1034.8	0.0	0.0
3	0.00	4.10	3141.7	-645.1	1352.6	-277.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4890.7	-1118.9	0.0	0.0	2860.2	110.4	4629.2	-1129.0	88.4	-18.1	4680.5	-4680.5	2396.1	0.0	0.0	-3376.4	3376.4	-1034.8	0.0	0.0	3376.4	-3376.4	1034.8	0.0	0.0
3	3.10	7.20	4857.5	-461.8	2090.9	-198.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7544.5	-918.4	0.0	0.0	5026.0	220.4	6834.3	-949.5	136.7	-13.0	4746.0	-4746.0	2415.3	0.0	0.0	-3423.7	3423.7	-1039.8	0.0	0.0	3423.7	-3423.7	1039.8	0.0	0.0
4	0.00	7.20	4857.5	-461.8	2090.9	-198.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7545.7	-918.2	0.0	0.0	5025.6	220.4	6835.4	-949.3	136.7	-13.0	4746.0	-4746.0	2415.3	0.0	0.0	-3423.7	3423.7	-1039.8	0.0	0.0	3423.7	-3423.7	1039.8	0.0	0.0
4	2.30	9.50	5763.3	-325.9	2480.6	-140.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8935.6	-339.0	0.0	0.0	6344.7	309.5	7823.2	-823.5	162.1	-9.2	4752.3	-4752.3	2408.2	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1038.0	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1038.0	0.0	0.0
5	0.00	9.50	5763.3	-325.9	2480.6	-140.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8935.6	-339.0	0.0	0.0	6344.7	309.5	7823.2	-823.5	162.1	-9.2	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
5	0.80	10.30	6005.1	-278.5	2584.5	-119.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9303.1	-287.2	0.0	0.0	6736.8	342.0	8046.4	-781.2	168.9	-7.8	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
6	0.00	10.30	6005.1	-278.5	2584.5	-119.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9303.1	-287.2	0.0	0.0	6736.8	342.0	8046.4	-781.2	168.9	-7.8	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
6	3.00	13.30	6573.9	-100.7	2829.1	-43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10148.6	-523.3	0.0	0.0	7859.7	470.6	8373.0	-629.7	184.9	-2.8	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
7	0.00	13.30	6573.9	-100.7	2829.1	-43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10148.8	-93.0	0.0	0.0	7859.1	470.6	8372.1	-629.4	184.9	-2.8	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
7	3.10	16.40	6601.4	83.0	2840.9	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10187.5	73.3	0.0	0.0	8363.5	614.8	7940.6	-484.3	185.7	2.3	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
8	0.00	16.40	6601.4	83.0	2840.9	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10187.1	73.5	0.0	0.0	8362.6	614.9	7938.7	-484.0	185.7	2.3	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
8	3.10	19.50	6059.6	266.6	2608.0	114.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9387.0	274.1	0.0	0.0	8094.1	770.7	6831.9	-350.4	170.5	7.5	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
9	0.00	19.50	6059.6	266.6	2608.0	114.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9385.7	274.3	0.0	0.0	8092.9	770.7	6829.1	-350.2	170.5	7.5	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
9	1.00	20.50	5763.3	325.9	2480.6	140.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8935.6	339.0	0.0	0.0	7823.2	823.5	6344.7	-309.5	162.1	9.2	4752.3	-4752.3	2506.7	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1082.8	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1082.8	0.0	0.0
10	0.00	20.50	5763.3	325.9	2480.6	140.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8935.6	339.0	0.0	0.0	7823.2	823.5	6344.7	-309.5	162.1	9.2	4752.3	-4752.3	2408.2	0.0	0.0	-3428.2	3428.2	-1038.0	0.0	0.0	3428.2	-3428.2	1038.0	0.0	0.0
10	2.10	22.60	4948.6	450.0	2130.2	193.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7686.2	905.2	0.0	0.0	6942.4	938.1	5150.9	-227.9	139.2	12.7	4750.2	-4750.2	2416.5	0.0	0.0	-3426.7	3426.7	-1040.1	0.0	0.0	3426.7	-3426.7	1040.1	0.0	0.0
11	0.00	22.60	4948.6	450.0	2130.2	193.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7686.2	905.2	0.0	0.0	6942.4	938.1	5150.9	-227.9	139.2	12.7	4750.2	-4750.2	2416.5	0.0	0.0	-3426.7	3426.7	-1040.1	0.0	0.0	3426.7	-3426.7	1040.1	0.0	0.0
11	3.00	25.60	3332.6	627.4	1434.7	270.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5189.7	669.1	0.0	0.0	4891.4	1111.0	3090.6	-120.7	93.8	17.6	4686.8	-4686.8	2398.0	0.0	0.0	-3381.0	3381.0	-1035.3	0.0	0.0	3381.0	-3381.0	1035.3	0.0	0.0
12	0.00	25.60	3332.6	627.4	1434.7	270.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5186.9	1099.5	0.0	0.0	4889.2	1111.1	3086.6	-120.6	93.8	17.6	4686.8	-4686.8	2398.0	0.0	0.0	-3381.0	3381.0	-1035.3	0.0	0.0	3381.0	-3381.0	1035.3	0.0	0.0
12	2.20	27.80	1809.3	757.4	779.0	326.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2819.6	1242.0	0.0	0.0	2738.9	1244.9	1354.8	-48.7	50.9	21.3	4640.4	-4640.4	2384.3	0.0	0.0	-3347.5	3347.5	-1031.7	0.0	0.0	3347.5	-3347.5	1031.7	0.0	0.0
13	0.00	27.80	1809.3	757.4	779.0	326.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2819.6	1242.0	0.0	0.0	2738.9	1244.9	1354.8	-48.7	50.9	21.3	4640.4	-4640.4	2384.3	0.0	0.0	-3347.5	3347.5	-1031.7	0.0	0.0	3347.5	-3347.5	1031.7	0.0	0.0
13	2.20	30.00	0.0	887.5	0.0	382.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1384.3	0.0	0.0	0.0	25.0	4593.9	-4593.9	2370.5	0.0	0.0	-3314.0	3314.0	-1028.1	0.0	0.0	3314.0	-3314.0	1028.1	0.0	0.0	

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 15 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI

**Dati**

coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità

coefficiente età

pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)

Resistenza di progetto soletta

Tensione di snervamento acciaio armature soletta

		COMBINAZIONE C1Mmax																														CARATTERISTICH		
		soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA																
Sez	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)	
1	1	0.000	0.000	3.862	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-47.0	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
2	1	1.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	49.8	47.7	-42.3	-44.3	-28.1	-35.3	-91.8	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
3	2	0.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	49.8	47.7	-42.3	-44.3	-28.1	-35.3	-91.8	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
4	2	3.100	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	173.2	166.5	-125.5	-132.2	-70.7	-92.1	-74.8	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
5	3	0.000	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	173.2	166.5	-125.5	-132.2	-70.7	-92.1	-74.8	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
6	3	3.100	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	260.8	251.2	-166.4	-175.9	-79.1	-107.8	-57.8	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
7	4	0.000	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	260.8	251.2	-166.4	-175.9	-79.1	-107.8	-57.8	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
8	4	2.300	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	306.8	295.7	-187.6	-198.6	-83.1	-115.5	-29.6	355.0	355.0	355.0	1.602	1				
9	5	0.000	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	283.7	271.6	-190.0	-200.6	-83.5	-114.4	-33.4	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
10	5	0.800	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	295.1	282.5	-195.8	-206.8	-84.7	-116.5	-28.4	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
11	6	0.000	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	295.1	282.5	-195.8	-206.8	-84.7	-116.5	-28.4	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
12	6	3.000	13.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	321.5	307.9	-209.5	-221.4	-87.4	-121.4</										



E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica														Analisi plastica														Ver.															
WA_eff	WB_eff	WC_eff	WD_eff	MEd				σA'	σB'	σC'	σD'			η1,inf	η1,sup	η1,inf	η1,sup	Mf,Rd	MPl,Rd	NPl,Rd	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.	Long	Isl (m4)	kt	(hw/t)	stabilità	pannelli	lw	Xw	Vbw,Rd	Vb,Rd	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter						
(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(kNm)	NEd (kN)	eN (m)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	η1,inf	η1,sup	grafico	grafico			(kNm)	(kNm)	(kN)										max	d'anima			(kN)	(kN)												
								0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9953.4	21529.1	31733	3398.6	-7907.9	20192.1	0.00	<b>0.00</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1295	0.35	0.49	0.00								
								49.8	47.7	-42.3	-44.3	0.14	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	9926.5	21529.1	31733	5995.6	-7944.2	20179.7	0.00	<b>0.14</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2528	0.68	0.49	0.56								
								49.8	47.7	-42.3	-44.3	0.14	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	9926.5	21529.1	31733	5995.6	-7944.2	20179.7	0.00	<b>0.14</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2528	0.68	0.49	0.56								
								173.2	166.5	-125.5	-132.2	0.50	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	15683.6	27764.1	53567	12902.1	-8056.9	27136.0	0.48	<b>0.48</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2060	0.55		0.00								
								173.2	166.5	-125.5	-132.2	0.50	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	15683.6	27764.1	53567	12904.4	-8056.9	27136.0	0.48	<b>0.48</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2060	0.55		0.00								
								260.8	251.2	-166.4	-175.9	0.76	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	15679.0	27826.9	53873	18084.6	-8169.6	27187.0	0.67	<b>0.67</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1592	0.43		0.00								
								260.8	251.2	-166.4	-175.9	0.76	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	15679.0	27826.9	53873	18085.8	-8169.6	27187.0	0.67	<b>0.67</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1592	0.43		0.00								
								306.8	295.7	-187.6	-198.6	0.89	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	15719.9	27877.3	54148	20787.8	-8180.5	27241.0	0.76	<b>0.76</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	814	0.22		0.00								
								283.7	271.6	-190.0	-200.6	0.82	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	20931.1	-8180.5	28462.9	0.74	<b>0.74</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	814	0.26		0.00								
								295.1	282.5	-195.8	-206.8	0.85	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21651.1	-8180.5	28462.9	0.76	<b>0.76</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	693	0.23		0.00								
								295.1	282.5	-195.8	-206.8	0.85	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21651.1	-8180.5	28462.9	0.76	<b>0.76</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	693	0.23		0.00								
								321.5	307.9	-209.5	-221.4	0.93	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23325.9	-8180.5	28462.9	0.82	<b>0.82</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	670	0.22		0.00								
								321.5	307.9	-209.5	-221.4	0.93	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23326.1	-8180.5	28462.9	0.82	<b>0.82</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	240	0.08		0.00								
								322.7	309.1	-210.2	-222.1	0.93	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23405.0	-8180.5	28462.9	0.82	<b>0.82</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	194	0.06		0.00								
								322.7	309.1	-210.2	-222.1	0.93	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23404.6	-8180.5	28462.9	0.82	<b>0.82</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	194	0.06		0.00								
								297.6	285.0	-197.1	-208.2	0.86	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21814.5	-8180.5	28462.9	0.77	<b>0.77</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	663	0.22		0.00								
								297.6	285.0	-197.1	-208.2	0.86	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21813.1	-8180.5	28462.9	0.77	<b>0.77</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	663	0.22		0.00								
								283.7	271.6	-190.0	-200.6	0.82	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	20931.1	-8180.5	28462.9	0.74	<b>0.74</b>	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	<b>3076</b>	814	0.26		0.00								
								306.8	295.7	-187.6	-198.6	0.89	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	15719.9	27877.3	54148	20787.8	-8180.5	27241.0	0.76	<b>0.76</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	814	0.22		0.00								
								265.4	255.7	-168.5	-178.3	0.77	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	15678.7	27831.0	53892	18360.8	-8176.9	27190.3	0.68	<b>0.68</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1561	0.42		0.00								
								265.4	255.7	-168.5	-178.3	0.77	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	15678.7	27831.0	53892	18360.8	-8176.9	27190.3	0.68	<b>0.68</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1561	0.42		0.00								
								183.0	176.0	-130.1	-137.1	0.53	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	15683.2	27770.2	53597	13484.1	-8067.8	27140.9	0.50	<b>0.50</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1584	0.42		0.00								
								183.0	176.0	-130.1	-137.1	0.53	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	15683.2	27770.2	53597	13481.3	-8067.8	27140.9	0.50	<b>0.50</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2015	0.54		0.00								
								105.0	100.6	-93.6	-98.0	0.30	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	15686.3	27725.4	53380	8874.9	-7987.8	27104.6	0.33	<b>0.33</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2347	0.63		0.00								
								105.0	100.6	-93.6	-98.0	0.30	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	15686.3	27725.4	53380	8874.9	-7987.8	27104.6	0.33	<b>0.33</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	2347	0.63		0.00								
								0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9898.8	21481.9	31689	3398.6	-7907.9	20144.1	0.00	<b>0.00</b>	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	<b>3737</b>	1295	0.35	0.49	0.00								

Var	unità	
$\gamma_{M1}$		1.10
$\eta$		1.20
pan		0
fcd	MPa	19.83
fya	MPa	450

				soletta			Armature soletta			piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA											CARATTERISTICHE					
Sez	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)	(m4)	
1	1	0.000	0.000	3.862	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-47.0	355.0	355.0	355.0	1.087	3			
2	1	1.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	24.9	23.8	-23.8	-24.9	-6.4	-8.0	-43.9	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
3	2	0.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	24.9	23.8	-23.8	-24.9	-6.4	-8.0	-43.9	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
4	2	3.100	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	91.1	87.1	-87.0	-91.0	-23.4	-29.4	-34.2	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
5	3	0.000	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	91.1	87.1	-87.0	-91.0	-23.4	-29.4	-34.2	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
6	3	3.100	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	140.8	134.7	-134.5	-140.7	-36.1	-45.4	-24.5	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
7	4	0.000	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	140.8	134.7	-134.5	-140.7	-36.1	-45.4	-24.5	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
8	4	2.300	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	171.9	164.0	-181.4	-189.3	-66.6	-81.0	-17.3	355.0	355.0	355.0	1.602	1				
9	5	0.000	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	fessurata	153.5	145.5	-160.2	-167.2	-42.0	-52.4	-19.5	355.0	355.0	355.0	1.023	4	0.0806	0.728	0.0387	
10	5	0.800	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	164.1	155.1	-188.6	-196.5	-67.4	-81.5	-16.6	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
11	6	0.000	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	164.1	155.1	-188.6	-196.5	-67.4	-81.5	-16.6	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
12	6	3.000	13.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0																		

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																	Analisi plastica																	Ver.									
WA_eff	WB_eff	WC_eff	WD_eff	MEd	NEd (kN)	eN (m)	σA'	σB'	σC'	σD'			η1,inf	η1,sup	η1,inf	η1,sup	Mf,Rd	MPI,Rd	NPI,Rd	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.	Long	Isl (m4)	kt	(hw/t)	stabilità	lw	Xw	Vbw,Rd	Vb,Rd	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter								
(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(kNm)			C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	η1,inf	η1,sup	grafico	grafico			(kNm)	(kNm)	(kN)											max	d'anima			(kN)	(kN)												
0.0532	0.0563	0.0463	0.0444	7776.4	593.0	-0.002	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	9953.4	21529.1	31733	3398.6	-7907.9	20192.1	0.00	0.00	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1295	0.35	0.49	0.00											
							24.9	23.8	-23.8	-24.9	0.07	0.07	0.07	0.07	9926.5	21529.1	31733	5995.6	-7944.2	20179.7	0.00	0.07	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1208	0.32	0.49	0.00											
							24.9	23.8	-23.8	-24.9	0.07	0.07	0.07	0.07	9926.5	21529.1	31733	5995.6	-7944.2	20179.7	0.00	0.07	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1208	0.32	0.49	0.00											
							91.1	87.1	-87.0	-91.0	0.26	0.26	0.26	0.26	9843.4	21529.1	31733	12902.1	-8056.9	20141.2	0.00	0.26	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	941	0.25	0.64	0.00											
							91.1	87.1	-87.0	-91.0	0.26	0.26	0.26	0.26	9843.4	21529.1	31733	12904.4	-8056.9	20141.2	0.00	0.26	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	941	0.25	0.64	0.00											
							140.8	134.7	-134.5	-140.7	0.41	0.41	0.41	0.41	9760.3	21529.1	31733	18084.6	-8169.6	20102.1	0.00	0.41	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	674	0.18	0.90	0.00											
							140.8	134.7	-134.5	-140.7	0.41	0.41	0.41	0.41	9760.3	21529.1	31733	18085.8	-8169.6	20102.1	0.00	0.41	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	674	0.18	0.90	0.00											
							171.9	164.0	-181.4	-189.3	0.50	0.55	0.00	0.00	15719.9	27877.3	54148	20787.8	-8180.5	27241.0	0.76	0.76	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	475	0.13		0.00											
							153.4	145.4	-160.7	-167.8	0.44	0.49	0.44	0.49	11520.8	22616.6	32269	20931.1	-8180.5	21163.1	0.00	0.49	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	475	0.15	0.99	0.00											
							164.1	155.1	-188.6	-196.5	0.47	0.57	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21651.1	-8180.5	28462.9	0.76	0.76	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	406	0.13		0.00											
							164.1	155.1	-188.6	-196.5	0.47	0.57	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21651.1	-8180.5	28462.9	0.76	0.76	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	406	0.13		0.00											
							178.6	168.9	-201.7	-210.2	0.51	0.61	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23325.9	-8180.5	28462.9	0.82	0.82	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	147	0.05		0.00											
							178.6	168.9	-201.7	-210.2	0.51	0.61	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23326.1	-8180.5	28462.9	0.82	0.82	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	147	0.05		0.00											
							179.3	169.6	-202.3	-210.8	0.52	0.61	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23405.0	-8180.5	28462.9	0.82	0.82	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	121	0.04		0.00											
							179.3	169.6	-202.3	-210.8	0.52	0.61	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	23404.6	-8180.5	28462.9	0.82	0.82	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	121	0.04		0.00											
							165.5	156.4	-189.8	-197.8	0.48	0.57	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21814.5	-8180.5	28462.9	0.77	0.77	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	389	0.13		0.00											
							165.5	156.4	-189.8	-197.8	0.48	0.57	0.00	0.00	17654.2	29120.4	54439	21813.1	-8180.5	28462.9	0.77	0.77	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	389	0.13		0.00											
							0.0532	0.0563	0.0463	0.0444	7776.4	593.0	-0.002	153.4	145.4	-160.7	-167.8	0.44	0.49	0.44	0.49	11520.8	22616.6	32269	20931.1	-8180.5	21163.1	0.00	0.49	6.150	0	0	5.586	49.7	SI	1.32	0.677	3076	3076	475	0.15	0.99	0.00				
														171.9	164.0	-181.4	-189.3	0.50	0.55	0.00	0.00	15719.9	27877.3	54148	20787.8	-8180.5	27241.0	0.76	0.76	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	475	0.13		0.00				
143.5	137.2	-137.1	-143.3	0.42	0.41	0.42								0.41	9754.9	21529.1	31733	18360.8	-8176.9	20099.5	0.00	0.42	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	656	0.18	0.91	0.00											
143.5	137.2	-137.1	-143.3	0.42	0.41	0.42								0.41	9754.9	21529.1	31733	18360.8	-8176.9	20099.5	0.00	0.42	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	656	0.18	0.91	0.00											
96.6	92.4	-92.3	-96.5	0.28	0.28	0.28								0.28	9835.4	21529.1	31733	13484.1	-8067.8	20137.4	0.00	0.28	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	915	0.24	0.67	0.00											
96.6	92.4	-92.3	-96.5	0.28	0.28	0.28								0.28	9835.4	21529.1	31733	13481.3	-8067.8	20137.4	0.00	0.28	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	915	0.24	0.67	0.00											
52.5	50.2	-50.1	-52.4	0.15	0.15	0.15								0.15	9894.4	21529.1	31733	8874.9	-7987.8	20164.9	0.00	0.15	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1105	0.30	0.49	0.00											
52.5	50.2	-50.1	-52.4	0.15	0.15	0.15								0.15	9894.4	21529.1	31733	8874.9	-7987.8	20164.9	0.00	0.15	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1105	0.30	0.49	0.00											
0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00								0.00	9898.8	21481.9	31689	3398.6	-7907.9	20144.1	0.00	0.00	6.150	0	0	5.588	49.7	SI	1.18	0.728	3737	3737	1295	0.35	0.49	0.00											



E DELLE SEZIONI EFFICACI					Analisi elastica																Analisi plastica																	Ver.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WA_eff	WB_eff	WC_eff	WD_eff		MEd			σA'	σB'	σC'	σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Var	unità	
$\gamma_{M1}$		1.10
$\eta$		1.20
pan		0
fcd	MPa	19.83
fya	MPa	450

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore			TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA												CARATTERISTICH			
Sez	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)	(m4)	
1	1	0.000	0.000	3.862	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-97.3	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
2	1	1.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	49.4	47.4	-42.0	-44.1	-27.8	-34.9	-91.8	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
3	2	0.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	fessurata	49.4	47.4	-42.0	-44.1	-27.8	-34.9	-91.8	355.0	355.0	355.0	1.087	3				
4	2	3.100	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	169.2	162.7	-125.3	-131.9	-70.2	-91.1	-75.2	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
5	3	0.000	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	169.3	162.7	-125.3	-131.9	-70.2	-91.1	-75.2	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
6	3	3.100	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	250.1	240.8	-165.9	-175.2	-77.8	-105.0	-58.9	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
7	4	0.000	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	250.1	240.8	-165.9	-175.2	-77.8	-105.0	-58.9	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
8	4	2.300	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	290.0	279.3	-186.8	-197.5	-81.1	-111.2	-47.2	355.0	355.0	355.0	1.602	1				
9	5	0.000	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	268.1	256.4	-189.1	-199.3	-81.5	-110.2	-53.2	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
10	5	0.800	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	277.4	265.3	-194.8	-205.4	-82.4	-111.8	-48.7	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
11	6	0.000	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	277.4	265.3	-194.8	-205.4	-82.4	-111.8	-48.7	355.0	355.0	355.0	1.599	1				
12	6	3.000	13.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.80																		



Pagina 9 di 17





Pagina 11 di 17



Var	unità	
$\gamma_{M1}$		1.10
$\eta$		1.20
pan		0
fcd	MPa	19.83
fya	MPa	450

				soletta			Armature soletta			piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore			TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA											CARATTERISTICHE					
Sez	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)	(m4)
1	1	0.000	0.000	3.862	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	-3.1	-2.8	13.2	13.6	14.4	16.5	-47.0	355.0	355.0	355.0	1.598	1			
2	1	1.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	27.2	26.4	-6.7	-7.4	11.9	12.2	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.598	1			
3	2	0.000	1.000	3.880	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	27.2	26.4	-6.7	-7.4	11.9	12.2	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.598	1			
4	2	3.100	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	127.1	122.9	-60.4	-64.6	2.9	-4.7	-30.2	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
5	3	0.000	4.100	3.937	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	127.1	122.9	-60.4	-64.6	2.9	-4.7	-30.2	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
6	3	3.100	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	207.2	200.3	-100.8	-107.7	-4.8	-18.2	-16.5	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
7	4	0.000	7.200	3.994	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	207.2	200.3	-100.8	-107.7	-4.8	-18.2	-16.5	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
8	4	2.300	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.530	0.018	0.800	0.035	reagente	252.2	243.8	-122.2	-130.6	-9.0	-26.0	-6.0	355.0	355.0	355.0	1.602	1			
9	5	0.000	9.500	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	233.6	224.5	-123.9	-131.9	-9.0	-25.0	-6.8	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
10	5	0.800	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	245.3	235.7	-129.8	-138.2	-10.2	-27.2	-2.6	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
11	6	0.000	10.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	245.3	235.7	-129.8	-138.2	-10.2	-27.2	-2.6	355.0	355.0	355.0	1.599	1			
12	6	3.000	13.300	4.000	0.270	0.070	0.540	0.006	0.280	0.006	0.080	0.700	0.035	1.525	0.016	0.800	0.040	reagente	275.6														

E DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				Analisi elastica										Analisi plastica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
WA_eff	WB_eff	WC_eff	WD_eff	MEd			σA'	σB'	σC'	σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														


Pagina 15 di 17



**LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 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	$\eta_{1,plast}$	$\eta_1$	$\eta_3$	$\eta_{1\_inter}$
1	1	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.72	0.59
2	1	1.000	1.000	0.14	0.13	0.14	0.13	0.22	0.22	0.68	0.56
3	2	0.000	1.000	0.14	0.13	0.14	0.13	0.22	0.22	0.68	0.56
4	2	3.100	4.100	0.50	0.38	0.26	0.26	0.48	0.48	0.55	0.00
5	3	0.000	4.100	0.50	0.38	0.26	0.26	0.48	0.48	0.55	0.00
6	3	3.100	7.200	0.76	0.51	0.41	0.41	0.67	0.67	0.43	0.00
7	4	0.000	7.200	0.76	0.51	0.41	0.41	0.67	0.67	0.43	0.00
8	4	2.300	9.500	0.89	0.57	0.00	0.00	0.76	0.76	0.35	0.00
9	5	0.000	9.500	0.82	0.58	0.44	0.49	0.74	0.74	0.42	0.00
10	5	0.800	10.300	0.85	0.60	0.00	0.00	0.76	0.76	0.39	0.00
11	6	0.000	10.300	0.85	0.60	0.00	0.00	0.76	0.76	0.39	0.00
12	6	3.000	13.300	0.93	0.64	0.00	0.00	0.82	0.82	0.25	0.00
13	7	0.000	13.300	0.93	0.64	0.00	0.00	0.82	0.82	0.25	0.00
14	7	3.100	16.400	0.93	0.64	0.00	0.00	0.82	0.82	0.24	0.00
15	8	0.000	16.400	0.93	0.64	0.00	0.00	0.82	0.82	0.24	0.00
16	8	3.100	19.500	0.86	0.60	0.00	0.00	0.77	0.77	0.38	0.00
17	9	0.000	19.500	0.86	0.60	0.00	0.00	0.77	0.77	0.38	0.00
18	9	1.000	20.500	0.82	0.58	0.44	0.49	0.74	0.74	0.42	0.00
19	10	0.000	20.500	0.89	0.57	0.00	0.00	0.76	0.76	0.35	0.00
20	10	2.100	22.600	0.77	0.51	0.42	0.41	0.68	0.68	0.43	0.00
21	11	0.000	22.600	0.77	0.51	0.42	0.41	0.68	0.68	0.43	0.00
22	11	3.000	25.600	0.53	0.40	0.28	0.28	0.50	0.50	0.54	0.00
23	12	0.000	25.600	0.53	0.40	0.28	0.28	0.50	0.50	0.54	0.00
24	12	2.200	27.800	0.30	0.28	0.15	0.15	0.33	0.33	0.63	0.00
25	13	0.000	27.800	0.30	0.28	0.15	0.15	0.33	0.33	0.63	0.00
26	13	2.200	30.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.72	0.59




<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 16 ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 TRAVI  
Verifica delle saldature longitudinali

Verifica saldature longitudinali	Var	unità	
resistenza a snervamento dell'acciaio delle anime	f <sub>y</sub>	Mpa	355
Coefficiente beta 1	β <sub>1</sub>		0.70
Coefficiente beta 2	β <sub>2</sub>		0.85
Calcolo delle azioni per effetti locali			
peso proprio soletta	Q <sub>c1</sub>	kN/ml	34.3
permanenti portati	Q <sub>c2</sub>	kN/ml	18.9
Carico accidentale fattorizzato per verifiche SLU	Q <sub>ik</sub>	kN	150
larghezza di diffusione in dir. longitudinale	L <sub>d</sub>	m	1.24
Carico accidentale distribuito	Q <sub>ik</sub>		121.0
Fattore parziale per verifiche SLU	γ <sub>c</sub>		1.35
Carico complessivo fattorizzato	Q <sub>tot</sub>		235.1
Classe di resistenza a fatica per saldature longitudinali			
Coefficiente di resistenza parziale	Δτ <sub>c</sub>	Mpa	80.0
resistenza di calcolo a fatica	γ <sub>Mf</sub>		1.35
	Δτ <sub>c</sub> /γ <sub>Mf</sub>	Mpa	27.1

							VERIFICHE SLU															VERIFICHE A FATICA						
							fibra B			fibra C												fibra B				fibra C		
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	X lato (m)	a gola (m)	Vde (kN)	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	0.000	0.000	0.009	0.006	2678.9	0.55976	117.81	OK!	0.53459	112.52	18.47	114.0	OK!	315.4	0.55976	13.87	OK!	0.51747	12.82	OK!							
2	1	1.000	1.000	0.009	0.006	2528.6	0.55976	111.20	OK!	0.53459	106.20	18.47	107.8	OK!	306.5	0.55976	13.48	OK!	0.51792	12.47	OK!							
3	2	0.000	1.000	0.009	0.006	2528.6	0.55976	111.20	OK!	0.53459	106.20	18.47	107.8	OK!	306.5	0.55976	13.48	OK!	0.51792	12.47	OK!							
4	2	3.100	4.100	0.009	0.006	2070.2	0.55976	91.04	OK!	0.53459	86.95	18.47	88.9	OK!	284.5	0.55976	12.51	OK!	0.51930	11.61	OK!							
5	3	0.000	4.100	0.009	0.006	2069.9	0.55976	91.03	OK!	0.53459	86.94	18.47	88.9	OK!	284.4	0.55976	12.51	OK!	0.51930	11.60	OK!							
6	3	3.100	7.200	0.009	0.006	1623.1	0.55976	71.38	OK!	0.53459	68.17	18.47	70.6	OK!	268.0	0.55976	11.79	OK!	0.52065	10.96	OK!							
7	4	0.000	7.200	0.009	0.006	1622.8	0.55976	71.37	OK!	0.53459	68.16	18.47	70.6	OK!	267.9	0.55976	11.78	OK!	0.52065	10.96	OK!							
8	4	2.300	9.500	0.009	0.006	1298.6	0.55976	57.11	OK!	0.53459	54.54	18.47	57.6	OK!	261.7	0.55976	11.51	OK!	0.52158	10.73	OK!							
9	5	0.000	9.500	0.008	0.006	1298.6	0.58490	67.14	OK!	0.53880	61.84	20.78	65.2	OK!	261.7	0.58490	13.53	OK!	0.51299	11.87	OK!							
10	5	0.800	10.300	0.008	0.006	1187.2	0.58490	61.38	OK!	0.53880	56.54	20.78	60.2	OK!	260.3	0.58490	13.46	OK!	0.51299	11.80	OK!							
11	6	0.000	10.300	0.008	0.006	1187.2	0.58490	61.38	OK!	0.53880	56.54	20.78	60.2	OK!	260.3	0.58490	13.46	OK!	0.51299	11.80	OK!							
12	6	3.000	13.300	0.008	0.006	776.5	0.58490	40.15	OK!	0.53880	36.98	20.78	42.4	OK!	259.1	0.58490	13.40	OK!	0.51299	11.75	OK!							
13	7	0.000	13.300	0.008	0.006	776.3	0.58490	40.13	OK!	0.53880	36.97	20.78	42.4	OK!	259.1	0.58490	13.39	OK!	0.51299	11.75	OK!							
14	7	3.100	16.400	0.008	0.006	735.8	0.58490	38.04	OK!	0.53880	35.04	20.78	40.7	OK!	259.1	0.58490	13.40	OK!	0.51299	11.75	OK!							
15	8	0.000	16.400	0.008	0.006	735.8	0.58490	38.04	OK!	0.53880	35.04	20.78	40.7	OK!	259.1	0.58490	13.39	OK!	0.51299	11.75	OK!							
16	8	3.100	19.500	0.008	0.006	1159.4	0.58490	59.94	OK!	0.53880	55.22	20.78	59.0	OK!	260.0	0.58490	13.44	OK!	0.51299	11.79	OK!							
17	9	0.000	19.500	0.008	0.006	1159.5	0.58490	59.94	OK!	0.53880	55.22	20.78	59.0	OK!	260.0	0.58490	13.44	OK!	0.51299	11.79	OK!							
18	9	1.000	20.500	0.008	0.006	1298.6	0.58490	67.14	OK!	0.53880	61.84	20.78	65.2	OK!	261.7	0.58490	13.53	OK!	0.51299	11.87	OK!							
19	10	0.000	20.500	0.009	0.006	1298.6	0.55976	57.11	OK!	0.53459	54.54	18.47	57.6	OK!	261.7	0.55976	11.51	OK!	0.52158	10.73	OK!							
20	10	2.100	22.600	0.009	0.006	1594.4	0.55976	70.12	OK!	0.53459	66.97	18.47	69.5	OK!	266.9	0.55976	11.74	OK!	0.52074	10.92	OK!							
21	11	0.000	22.600	0.009	0.006	1594.4	0.55976	70.12	OK!	0.53459	66.97	18.47	69.5	OK!	266.9	0.55976	11.74	OK!	0.52074	10.92	OK!							
22	11	3.000	25.600	0.009	0.006	2026.1	0.55976	89.11	OK!	0.53459	85.10	18.47	87.1	OK!	282.8	0.55976	12.44	OK!	0.51943	11.54	OK!							
23	12	0.000	25.600	0.009	0.006	2026.2	0.55976	89.11	OK!	0.53459	85.10	18.47	87.1	OK!	282.8	0.55976	12.44	OK!	0.51943	11.54	OK!							
24	12	2.200	27.800	0.009	0.006	2349.7	0.55976	103.34	OK!	0.53459	98.69	18.47	100.4	OK!	295.9	0.55976	13.01	OK!	0.51846	12.05	OK!							
25	13	0.000	27.800	0.009	0.006	2349.7	0.55976	103.34	OK!	0.53459	98.69	18.47	100.4	OK!	295.9	0.55976	13.01	OK!	0.51846	12.05	OK!							
26	13	2.200	30.000	0.009	0.006	2678.9	0.55976	117.81	OK!	0.53459	112.52	18.47	114.0	OK!	315.4	0.55976	13.87	OK!	0.51747	12.82	OK!							

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 17 ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI

LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 TRAVI

Verifica delle piolature

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	$\gamma_v$		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	$\alpha$		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	P <sub>RD,a</sub>	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	P <sub>RD,c</sub>	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min (P <sub>RD,a</sub> ;P <sub>RD,c</sub> ))	P <sub>RD,SLU</sub>	kN	109.5
Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	P <sub>RD,SLE</sub>	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	$\gamma_{Ff}$		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	$\gamma_{Mf}$		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	3826.3	-3680.3	3680.3
yG-yGc	m	0.516	0.310	0.310
yG-yGa	m2	0.517	0.723	0.723
A trave isolata	m2	0.080	0.080	0.080
A sezione composta	m4	0.161	0.267	0.267
I sezione composta	kN/m	0.08069	0.09848	0.09848
Sforzo assiale trave in acciaio	m	892.5	-431.0	431.0
lunghezza ls	kN	3.862	3.862	3.862
Vmax	m	462.2	-223.2	223.2
lunghezza totale viadotto		30	30	30

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var	unità	
tipo di traffico:	percorrenza	lunga	
Vita di progetto del ponte	t <sub>ld</sub>	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Qm1	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	$\lambda_2$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_3$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_4$		1.00
fattore lambda v 1	$\lambda_{v1}$		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	$\lambda_{v2}$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_{v3}$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_{v4}$		1.00
fattore lambda v	$\lambda_v$		1.437

coeff. Par. 1.20      coeff. Par. 0.90      coeff. Par. 0.90


				Verifiche SLU																											
				Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Involuppi											
				permanen ti portati	Ced1	Ced2	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										
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	passo pioli (m)	n. effettivo pioli per fila	Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_co de (kN)	SdDT+3 (kN)	SdDT_ _code (kN)	SdDT-3 (kN)	SdCMmax x (kN)	SdCMmin n (kN)	SdCVmax x (kN)	SdCVmin (kN)	Sdq5 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	Sd (kN)	c.u.	Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)
1	1	0.000	0.000	0.51747	0.51312	0.58764	0.20	4	-197.7	0.0	0.0	284.6	0.0	-118.1	0.0	118.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-813.5	-14.7	190.2	-330.5	190.2	-1144.0	1144.0	0.52	-146.5	0.0	0.0
2	1	1.000	1.000	0.51792	0.51358	0.58790	0.20	4	-184.7	0.0	0.0	210.9	0.0	-87.5	0.0	87.5	0.0	-775.8	0.0	8.8	-776.2	-13.7	100.0	-1061.7	108.7	-1062.1	1062.1	0.49	-136.8	0.0	0.0
3	2	0.000	1.000	0.51792	0.51358	0.58790	0.20	4	-184.7	0.0	0.0	210.9	0.0	-87.5	0.0	87.5	0.0	-775.8	0.0	8.8	-776.2	-13.7	100.0	-1061.7	108.7	-1062.1	1062.1	0.49	-136.8	0.0	0.0
4	2	3.100	4.100	0.51930	0.51498	0.58871	0.20	4	-144.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-658.8	0.0	65.0	-664.8	-10.7	-813.7	-813.7	-819.7	-819.7	819.7	0.37	-106.8	0.0	0.0
5	3	0.000	4.100	0.51930	0.51498	0.58871	0.20	4	-144.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-658.7	0.0	65.0	-664.7	-10.7	-813.6	-813.6	-819.5	-819.5	819.5	0.37	-106.8	0.0	0.0
6	3	3.100	7.200	0.52065	0.51635	0.58949	0.20	4	-103.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-541.4	0.0	129.9	-559.7	-7.7	-652.5	-652.5	-670.9	-670.9	670.9	0.31	-76.6	0.0	0.0
7	4	0.000	7.200	0.52065	0.51635	0.58949	0.20	4	-103.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-541.2	0.0	129.9	-559.6	-7.7	-652.4	-652.4	-670.7	-670.7	670.7	0.31	-76.6	0.0	0.0
8	4	2.300	9.500	0.52158	0.51733	0.58975	0.20	4	-73.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-200.0	0.0	182.5	-485.6	-5.4	-278.4	-278.4	-564.1	-564.1	564.1	0.26	-54.1	0.0	0.0
9	5	0.000	9.500	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	-71.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-196.3	0.0	179.2	-476.8	-5.3	-273.5	-273.5	-553.9	-553.9	553.9	0.25	-53.2	0.0	0.0
10	5	0.800	10.300	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	-61.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-166.3	0.0	198.0	-452.3	-4.5	-232.3	-232.3	-518.2	-518.2	518.2	0.24	-45.5	0.0	0.0
11	6	0.000	10.300	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	-61.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-166.3	0.0	198.0	-452.3	-4.5	-232.3	-232.3	-518.2	-518.2	518.2	0.24	-45.5	0.0	0.0
12	6	3.000	13.300	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	-22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-303.0	0.0	272.5	-364.6	-1.6	-326.9	-326.9	-388.4	-388.4	388.4	0.18	-16.5	0.0	0.0
13	7	0.000	13.300	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	-22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-53.8	0.0	272.5	-364.4	-1.6	-77.7	-77.7	-388.3	-388.3	388.3	0.18	-16.5	0.0	0.0
14	7	3.100	16.400	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	0.0	356.0	-280.4	1.3	62.1	62.1	375.6	375.6	375.6	0.17	13.6	0.0	0.0
15	8	0.000	16.400	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0	356.0	-280.3	1.3	62.2	62.2	375.7	375.7	375.7	0.17	13.6	0.0	0.0
16	8	3.100	19.500	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	58.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	158.7	0.0	446.2	-202.9	4.3	221.8	221.8	509.4	509.4	509.4	0.23	43.6	0.0	0.0
17	9	0.000	19.500	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	58.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	158.8	0.0	446.2	-202.8	4.3	222.0	222.0	509.4	509.4	509.4	0.23	43.6	0.0	0.0
18	9	1.000	20.500	0.51299	0.50887	0.57899	0.20	4	71.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	196.3	0.0	476.8	-179.2	5.3	273.5	273.5	553.9	553.9	553.9	0.25	53.2	0.0	0.0
19	10	0.000	20.500	0.52158	0.51733	0.58975	0.20	4	73.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.0	0.0	485.6	-182.5	5.4	278.4	278.4	564.1	564.1	564.1	0.26	54.1	0.0	0.0
20	10	2.100	22.600	0.52074	0.51644	0.58954	0.20	4	100.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	533.7	0.0	553.1	-134.4	7.5	641.9	641.9	661.3	661.3	661.3	0.30	74.7	0.0	0.0
21	11	0.000	22.600	0.52074	0.51644	0.58954	0.20	4	100.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	533.7	0.0	553.1	-134.4	7.5	641.9	641.9	661.3	661.3	661.3	0.30	74.7	0.0	0.0
22	11	3.000	25.600	0.51943	0.51511	0.58878	0.20	4	140.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	393.9	0.0	654.2	-71.1	10.4	544.6	544.6	804.8	804.8	804.8	0.37	103.9	0.0	0.0
23	12	0.000	25.600	0.51943	0.51511	0.58878	0.20	4	140.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	647.4	0.0	654.2	-71.0	10.4	798.0	798.0	804.9	804.9	804.9	0.37	103.9	0.0	0.0
24	12	2.200	27.800	0.51846	0.51412	0.58822	0.20	4	169.1	0.0	0.0	-122.5	0.0	50.8	0.0	-50.8	0.0	730.5	0.0	732.3	-28.7	12.5	738.9	962.9	740.6	964.6	964.6	0.44	125.2	0.0	0.0
25	13	0.000	27.800	0.51846	0.51412	0.58822	0.20	4	169.1	0.0	0.0	-122.5	0.0	50.8	0.0	-50.8	0.0	730.5	0.0	732.3	-28.7	12.5	738.9	962.9	740.6	964.6	964.6	0.44	125.2	0.0	0.0
26	13	2.200	30.000	0.51747	0.51312	0.58764	0.20	4	197.7	0.0	0.0	-284.6	0.0	118.1	0.0	-118.1	0.0	0.0	0.0	813.5	0.0	14.7	-190.2	330.5	-190.2	1144.0	1144.0	0.52	146.5	0.0	0.0

Verifiche SLE															
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	
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)
237.2	0.0	-78.7	0.0	78.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-602.6	-9.8	159.6	-235.0	159.6	-837.5	837.5
175.7	0.0	-58.3	0.0	58.3	0.0	-574.7	0.0	6.5	-575.0	-9.1	88.1	-779.0	94.6	-779.2	779.2
175.7	0.0	-58.3	0.0	58.3	0.0	-574.7	0.0	6.5	-575.0	-9.1	88.1	-779.0	94.6	-779.2	779.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-488.0	0.0	48.2	-492.4	-7.1	-602.0	-602.0	-606.4	-606.4	606.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-487.9	0.0	48.2	-492.3	-7.1	-601.9	-601.9	-606.3	-606.3	606.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-401.0	0.0	96.2	-414.6	-5.1	-482.8	-482.8	-496.4	-496.4	496.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-400.9	0.0	96.2	-414.5	-5.1	-482.7	-482.7	-496.3	-496.3	496.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-148.1	0.0	135.2	-359.7	-3.6	-205.8	-205.8	-417.5	-417.5	417.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-145.4	0.0	132.7	-353.2	-3.5	-202.2	-202.2	-409.9	-409.9	409.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-123.2	0.0	146.7	-335.0	-3.0	-171.7	-171.7	-383.5	-383.5	383.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-123.2	0.0	146.7	-335.0	-3.0	-171.7	-171.7	-383.5	-383.5	383.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-224.5	0.0	201.8	-270.1	-1.1	-242.0	-242.0	-287.6	-287.6	287.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-39.9	0.0	201.8	-270.0	-1.1	-57.4	-57.4	-287.5	-287.5	287.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.4	0.0	263.7	-207.7	0.9	45.9	45.9	278.1	278.1	278.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	263.7	-207.6	0.9	46.0	46.0	278.2	278.2	278.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.5	0.0	330.5	-150.3	2.9	164.0	164.0	377.0	377.0	377.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.6	0.0	330.5	-150.2	2.9	164.1	164.1	377.0	377.0	377.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	145.4	0.0	353.2	-132.7	3.5	202.2	202.2	409.9	409.9	409.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.1	0.0	359.7	-135.2	3.6	205.8	205.8	417.5	417.5	417.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	395.3	0.0	409.7	-99.5	5.0	475.0	475.0	489.3	489.3	489.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	395.3	0.0	409.7	-99.5	5.0	475.0	475.0	489.3	489.3	489.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.8	0.0	484.6	-52.7	6.9	402.6	402.6	595.4	595.4	595.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	479.5	0.0	484.6	-52.6	6.9	590.4	590.4	595.4	595.4	595.4
-102.1	0.0	33.9	0.0	-33.9	0.0	541.1	0.0	542.4	-21.2	8.4	-2.3	708.6	-23.6	709.9	709.9
-102.1	0.0	33.9	0.0	-33.9	0.0	541.1	0.0	542.4	-21.2	8.4	-2.3	708.6	-23.6	709.9	709.9
-237.2	0.0	78.7	0.0	-78.7	0.0	0.0	0.0	602.6	0.0	9.8	-159.6	235.0	-159.6	837.5	837.5

LM3

Verifiche a Fatica				
$\Delta\tau E$	$\Delta\sigma E$	$\frac{\Delta\tau E}{\Delta\tau_{rid}} \leq 1.0$	$\frac{\Delta\sigma E}{\Delta\sigma_{rid}} \leq 1.0$	Interazione $\leq 1.3$
46.0	0.0	0.59	0.00	0.59
44.7	0.0	0.57	0.00	0.57
44.7	0.0	0.57	0.00	0.57
41.8	0.0	0.53	0.00	0.53
41.8	0.0	0.53	0.00	0.53
39.1	0.0	0.50	0.00	0.50
39.1	0.0	0.50	0.00	0.50
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
38.5	0.0	0.49	0.00	0.49
39.0	0.0	0.50	0.00	0.50
39.0	0.0	0.50	0.00	0.50
41.6	0.0	0.53	0.00	0.53
41.6	0.0	0.53	0.00	0.53
43.5	0.0	0.56	0.00	0.56
43.5	0.0	0.56	0.00	0.56
46.0	0.0	0.59	0.00	0.59

Risultati		
FS_max	Status	Condizione Dominante
0.59	OK!	Fatica
0.57	OK!	Fatica
0.57	OK!	Fatica
0.53	OK!	Fatica
0.53	OK!	Fatica
0.50	OK!	Fatica
0.50	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.49	OK!	Fatica
0.50	OK!	Fatica
0.50	OK!	Fatica
0.53	OK!	Fatica
0.53	OK!	Fatica
0.56	OK!	Fatica
0.56	OK!	Fatica
0.59	OK!	Fatica

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 18 ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA DI

**LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 TRAVI****Verifica traversi tipo DI**

<b>Dati generali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>DI</b>
tensione snervamento acciaio strutture	fyk	Mpa	355
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo elastico tangenziale acciaio	Ga	Mpa	80769
Altezza complessiva trave	Ht	m	1.600
Altezza asse traverso da intradosso travi	ht1	m	0.800
Interasse travi principali	b	m	4.000
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	3.740
Trave di spina (0 = no; 1 = si)	tr_spina		0
<b>Dati montanti verticali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Larghezza complessiva montante da asse trave	Lm	m	0.400
Spessore anima travi	tw	m	0.016
Larghezza collaborante anima	Bw	m	0.421
Spessore anima montante	twm	m	0.030
Altezza anima montante	Hwm	m	0.392
spessore flangia interna montante	tfi	m	0.000
Larghezza flangia interna montante	bfi	m	0.000
Area montante	Am	m2	0.0185
Area resistente a taglio montante	Awm	m2	0.0118
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.270
Momento d'inerzia montante	Ixm	m4	0.000328844
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.001216849
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.001216849
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.002890732
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.002534286
<b>Dati traverso</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Altezza complessiva traverso	Ht	m	0.600
Spessore piattabanda superiore	tfs	m	0.016
Larghezza piattabanda superiore	Bw	m	0.300
Classe piattabanda superiore	CL_fs		3
Spessore anima	tw	m	0.012
Altezza anima	hw	m	0.568
Classe anima	CL_fi		1
spessore piattabanda inferiore	tfi	m	0.016
larghezza piattabanda inferiore	bfi	m	0.300
Classe piattabanda inferiore	CL_fi		3
Classe della sezione	CL_sez		3
Area traverso	Am	m2	0.0164
Area resistente a taglio traverso	Awm	m2	0.0068
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.300
Momento d'inerzia traverso	Ixm	m4	0.00100199
Momento d'inerzia traverso attorno all'asse debole	Iym	m4	7.20818E-05
Costante di torsione	JT	m4	6.15351E-07
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m6	6.13901E-06
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.003339965
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.003528133
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.003528133
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.003339965


Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante	Var	unità	
Sforzo Normale	Nm	kN	3.4
Momento flettente	Mm	kNm	4.0
Taglio	Vm	kN	10.0

Verifiche di resistenza montante	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	$\gamma_{MO}$		1.05
Tensione normale fibra A	$\sigma_{nA}$		3.5
Tensione normale fibra B	$\sigma_{nB}$		3.5
Tensione normale fibra C	$\sigma_{nC}$		-1.2
Tensione normale fibra D	$\sigma_{nD}$		-1.4
tensione tangenziale fibre B-C	$\tau_{B-C}$		0.9
Tensione ideale fibra B	$\sigma_{idB}$		3.8
Tensione ideale fibra C	$\sigma_{idC}$		1.9
Status verifica			OK!

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU traverso	Var	unità	
Sforzo Normale	NEd_t	kN	8.0
Momento flettente	MEd_t	kNm	7.0
Taglio	VEd_t	kN	3.0

Verifiche di resistenza traverso	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	$\gamma_{MO}$		1.05
Tensione normale fibra A	$\sigma_{nA}$		2.6
Tensione normale fibra B	$\sigma_{nB}$		2.5
Tensione normale fibra C	$\sigma_{nC}$		-1.5
Tensione normale fibra D	$\sigma_{nD}$		-1.6
tensione tangenziale fibre B-C	$\tau_{B-C}$		0.4
Tensione ideale fibra B	$\sigma_{idB}$		2.6
Tensione ideale fibra C	$\sigma_{idC}$		1.7
Status verifica			OK!



<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 19 ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI APPOGGIO – SPALLA

**LAVORO: SS127 - L=30.0 m - 2 TRAVI****Verifica traversi spalla**

<b>Dati generali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>DS</b>
tensione snervamento acciaio strutture	fyk	Mpa	355
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo elastico tangenziale acciaio	Ga	Mpa	80769
Altezza complessiva trave	Ht	m	1.600
Altezza asse traverso da intradosso travi	ht1	m	1.100
Interasse travi principali	b	m	5.220
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	5.220
Trave di spina (0 = no; 1 = si)	tr_spina		0
<b>Dati montanti verticali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
numero di nervature anima da ciascun lato	nn	m	3
interasse tra le nervature in dir. longitudinale	iln	m	0.300
Larghezza singola nervatura	Ln	m	0.391
spessore singola nervatura	tn	m	0.030
Larghezza complessiva montante	Lm	m	0.800
Spessore anima travi	tw	m	0.018
Larghezza collaborante anima trave principale	Bw	m	1.069
Area montante	Am	m2	0.0896
Area resistente a taglio montante	Awm	m2	0.0704
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.400
Momento d'inerzia montante	Ixm	m4	0.003840476
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.00960119
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.00960119
<b>Dati traverso</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Altezza complessiva traverso	Ht	m	1.000
Spessore piattabanda superiore	tfs	m	0.020
Larghezza piattabanda superiore	Bw	m	0.400
Classe piattabanda superiore	CL_fs		3
Spessore anima	tw	m	0.016
Altezza anima	hw	m	0.960
Classe anima	CL_fi		2
spessore piattabanda inferiore	tfi	m	0.020
larghezza piattabanda inferiore	bfi	m	0.400
Classe piattabanda inferiore	CL_fi		3
Classe della sezione	CL_sez		3
Area traverso	Am	m2	0.0314
Area resistente a taglio traverso	Awm	m2	0.0154
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.500
Momento d'inerzia traverso	Ixm	m4	0.005021781
Momento d'inerzia traverso attorno all'asse debole	Iym	m4	0.000213661
Costante di torsione	JT	m4	1.55632E-06
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m6	5.12213E-05
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.010043563
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.010462044
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.010462044
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.010043563

<b>Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>SLV</b>
Sforzo Normale	Nm	kN	338
Momento flettente	Mm	kNm	331.2
Taglio	Vm	kN	524.0


<b>Verifiche di stabilità montante</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Lunghezza libera d'inflessione nel piano	L0	m	1.600
coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	$\gamma_{M1}$		1.10
fattore di imperfezione alpha (a0=0.13, a=0.21 b=0.34, c=0.49, d=0.76)	$\alpha$		0.490
coefficiente $\beta$	$\beta$		1.00
Carico critico elastico	Ncr	kN	3109310.7
snellezza adimensionale	$\lambda_{ad}$		0.101
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		0.481
coefficiente $\chi$	$\chi$		1.000

Sforzo Normale resistente	X A fk / $\gamma_{M1}$	kN	28926
Sforzo Normale di progetto a compressione	NEd	kN	2630
Risultato verifica	Status		OK!

<b>Verifiche di resistenza montante</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	$\gamma_{M0}$		1.05
tensione normale massima fibre esterne	sn_max	MPa	38.3
tensione tangenziale massima	t_max	MPa	7.4
tensione ideale massima	sid_max	MPa	40.4
Status verifica			OK!

<b>Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU traverso</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>SLV</b>
Sforzo Normale	Nm	kN	338.4
Momento flettente	Mm	kNm	748.0
Taglio	Vm	kN	552.0


<b>Verifiche di resistenza traverso</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	$\gamma_{M0}$		1.05
Tensione normale fibra A	$\sigma_{nA}$		85.3
Tensione normale fibra B	$\sigma_{nB}$		82.3
Tensione normale fibra C	$\sigma_{nC}$		-60.7
Tensione normale fibra D	$\sigma_{nD}$		-63.7
tensione tangenziale fibre B-C	$\tau_{B-C}$		35.9
Tensione ideale fibra B	$\sigma_{idB}$		103.2
Tensione ideale fibra C	$\sigma_{idC}$		86.9
Status verifica			OK!

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 20 ALLEGATO 9 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI ANALISI

					eps= 0.81 (c/t)max= 11.39								eps= 0.81 (c/t)max= 11.39																							
					Piattabanda superiore								Anima				Piattabanda inferiore								Soletta in c.a. - larghezza collaborante											
Sez	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave- asse impalcato	soletta	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	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.424	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cb	2.000	0.840	3.015	1.120	0.260	0.070	0.200			
2	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.529	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cb	2.000	0.840	3.015	1.120	0.260	0.070	0.200			
3	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.624	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cb	2.000	0.840	3.015	1.120	0.260	0.070	0.200			
4	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.724	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cb	2.000	0.840	3.015	1.120	0.260	0.070	0.200			
5	1	2.000	0.000	fessurata	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
6	1	2.000	0.000	fessurata	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
7	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
8	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
9	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
10	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
11	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci	5.220	0.840	3.015	1.034	0.300	0.070	0.200			
12	1	2.000	0.000	reagente</																																

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali																																
					Armatura soletta in c.a.							Trave isolata						Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0				
Sez	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	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.460	0.0171	0.200	0.000647	0.000114	0.000002	0.040689	0.462	0.002825	0.011734	0.000003	0.039812	0.457	0.002786	0.011235	0.000003	0.069755	0.541	0.003634	0.028241	0.000024
2	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.565	0.0183	0.248	0.001023	0.000114	0.000002	0.041949	0.534	0.00385	0.011734	0.000003	0.041072	0.529	0.0038	0.011235	0.000003	0.071015	0.625	0.004901	0.028241	0.000024
3	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.660	0.0195	0.292	0.00145	0.000114	0.000002	0.043089	0.598	0.004951	0.011734	0.000003	0.042212	0.593	0.004887	0.011235	0.000003	0.072155	0.700	0.006266	0.028241	0.000024
4	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.760	0.0207	0.338	0.001994	0.000114	0.000002	0.02383	0.418	0.003013	0.011734	0.000003	0.02383	0.418	0.003013	0.011235	0.000003	0.02383	0.418	0.003013	0.028241	0.000024
5	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.034502	0.564	0.006466	0.013621	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.013046	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.032668	0.000038
6	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.034502	0.564	0.006466	0.013621	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.013046	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.032668	0.000038
7	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
8	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
9	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
10	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
11	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
12	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
13	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
14	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
15	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
16	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
17	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
18	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.056225	0.814	0.012255	0.013621	0.000006	0.055293	0.808	0.012097	0.013046	0.000006	0.087086	0.955	0.015674	0.032668	0.000038
19	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.034502	0.564	0.006466	0.013621	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.013046	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.032668	0.000038
20	0.200	0.3241	0.212	0.002789541	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.034502	0.564	0.006466	0.013621	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.013046	0.000006	0.034502	0.564	0.006466	0.032668	0.000038
21	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.760	0.0207	0.338	0.001994	0.000114	0.000002	0.02383	0.418	0.003013	0.011734	0.000003	0.02383	0.418	0.003013	0.011235	0.000003	0.02383	0.418	0.003013	0.028241	0.000024
22	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.660	0.0195	0.292	0.00145	0.000114	0.000002	0.043089	0.598	0.004951	0.011734	0.000003	0.042212	0.593	0.004887	0.011235	0.000003	0.072155	0.700	0.006266	0.028241	0.000024
23	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.565	0.0183	0.248	0.001023	0.000114	0.000002	0.041949	0.534	0.00385	0.011734	0.000003	0.041072	0.529	0.0038	0.011235	0.000003	0.071015	0.625	0.004901	0.028241	0.000024
24	0.200	0.3052	0.192	0.002009809	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.460	0.0171	0.200	0.000647	0.000114	0.000002	0.040689	0.462	0.002825	0.011734	0.000003	0.039812	0.457	0.002786	0.011235	0.000003	0.069755	0.541	0.003634	0.028241	0.000024

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## **21 ALLEGATO 10 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI VERIFICA**

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA


Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

																	Rck = 45 Mpa n0 = 6.16 ninf= 14.92 nrit.= 15.59																								
																	eps= 0.814 (c/t)max= 11.39			eps= 0.814 (c/t)max= 11.39																					
										Piattabanda superiore					Anima		Piattabanda inferiore						Soletta in c.a. - larghezza collaborant																		
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n.campata	X campata (m)	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	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	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.004	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
2	1	0.500	0.500	1	0.500	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.484	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
3	2	0.000	0.500	1	0.500	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.484	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
4	2	0.500	1.000	1	1.000	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.574	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
5	3	0.000	1.000	1	1.000	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.574	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
6	3	0.500	1.500	1	1.500	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.674	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
7	4	0.000	1.500	1	1.500	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.674	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
8	4	0.500	2.000	1	2.000	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.774	0.000	0.000	0.360	0.020	0.360	0.020	0.360	0.020	8.700	<4	1.800	0.120	6.150	cbi			2.000	5.220	0.840	3.015	1.120	
9	5	0.000	2.000	2	0.000	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.120
10	5	0.330	2.330	2	0.330	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.098
11	6	0.000	2.330	2	0.330	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.098
12	6	0.330	2.660	2	0.660	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.076
13	7	0.000	2.660	2	0.660	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.076
14	7	0.350	3.010	2	1.010	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.053
15	8	0.000	3.010	2	1.010	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.053
16	8	0.300	3.310	2	1.310	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
17	9	0.000	3.310	2	1.310	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
18	9	0.330	3.640	2	1.640	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
19	10	0.000	3.640	2	1.640	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
20	10	0.330	3.970	2	1.970	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
21	11	0.000	3.970	2	1.970	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
22	11	0.320	4.290	2	2.290	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
23	12	0.000	4.290	2	2.290	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
24	12	0.330	4.620	2	2.620	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.150	ci			2.000	5.220	2.000	0.840	3.015	1.034
25	13	0.000	4.620	2	2.620	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	10.000	<4	0.016	0.960	0.000	0.0																				



e										Armatura soletta in c.a.										Trave isolata										Trave composta - n=ninf.									
Sez	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	lx (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	lxs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	lxa (m4)	lya (m4)	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/lx B (m-1)	Sx/lx C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	Ai (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lxi (m4)	lyi (m4)	Ji (m4)	Sx/lx 1 (m-1)	WAI (m3)	WBi (m3)	WCI (m3)		
1	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.040	0.0120	0.019	1.74E-06	0.000114	0.000001	0.000048	36.532189	36.444106	0.000092	-0.001463	0.000335	0.000082	0.035649	0.159	0.061	0.000527	0.011734	0.000003	3.210141	0.003309	0.003785	-0.003897		
2	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.520	0.0178	0.227	0.00085	0.000114	0.000002	0.005808	1.842876	1.607062	0.003735	0.004095	0.003073	0.002905	0.041409	0.503	0.197	0.003387	0.011734	0.000003	1.448281	0.006734	0.007013	3.207166		
3	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.610	0.0189	0.269	0.001215	0.000114	0.000002	0.006888	1.533787	1.316901	0.004520	0.004883	0.003735	0.003559	0.042489	0.564	0.226	0.004351	0.011734	0.000003	1.282914	0.007711	0.007994	0.146364		
4	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.610	0.0189	0.269	0.001215	0.000114	0.000002	0.006888	1.533787	1.316901	0.004520	0.004883	0.003735	0.003559	0.042489	0.564	0.226	0.004351	0.011734	0.000003	1.282914	0.007711	0.007994	0.146364		
5	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.710	0.0201	0.315	0.001709	0.000114	0.000002	0.008088	1.284886	1.086476	0.005426	0.005794	0.004511	0.004328	0.043689	0.631	0.259	0.005599	0.011734	0.000003	1.135238	0.008866	0.009156	0.089539		
6	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.710	0.0201	0.315	0.001709	0.000114	0.000002	0.008088	1.284886	1.086476	0.005426	0.005794	0.004511	0.004328	0.043689	0.631	0.259	0.005599	0.011734	0.000003	1.135238	0.008866	0.009156	0.089539		
7	0.260	0.070	0.200	0.200	0.3052	0.192	0.00201	0.001571	0.280	0.001571	0.080	0.003142	0.180	0.000031416	0.810	0.0213	0.362	0.002304	0.000114	0.000002	0.009288	1.099242	0.917012	0.006369	0.006742	0.005331	0.005141	0.044889	0.698	0.292	0.007041	0.011734	0.000003	1.015785	0.010091	0.010388	0.073150		
9	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3500	0.213	0.002986	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.057965	0.826	0.374	0.012546	0.013621	0.000006	0.815824	0.015182	0.015559	0.081674		
10	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3434	0.212	0.002936	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.057525	0.823	0.377	0.012474	0.013621	0.000006	0.812964	0.015150	0.015527	0.079645		
11	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3434	0.212	0.002936	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.057525	0.823	0.377	0.012474	0.013621	0.000006	0.812964	0.015150	0.015527	0.079645		
12	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3369	0.212	0.002887	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.057085	0.820	0.380	0.012401	0.013621	0.000006	0.810023	0.015117	0.015495	0.077663		
13	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3369	0.212	0.002887	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.057085	0.820	0.380	0.012401	0.013621	0.000006	0.810023	0.015117	0.015495	0.077663		
14	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3299	0.212	0.002834	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056618	0.817	0.383	0.012323	0.013621	0.000006	0.806811	0.015082	0.015461	0.075611		
15	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3299	0.212	0.002834	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056618	0.817	0.383	0.012323	0.013621	0.000006	0.806811	0.015082	0.015461	0.075611		
16	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
17	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
18	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
19	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
20	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
21	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
22	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3241	0.212	0.00279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	1.000	0.0314	0.500	0.005022	0.000214	0.000003	0.015360	0.780600	0.780600	0.010044	0.010462	0.010462	0.010044	0.056225	0.814	0.386	0.012255	0.013621	0.000006	0.804026	0.015052	0.015431	0.073920		
23	0.300	0.070	0.200	0.200	0.3																																		

						Trave composta - n=nrit.																Trave composta - n=n0															
Sez	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)	WE0 (m3)	WFO (mc)
1	-0.004421	-0.013455	0.003274	-0.159872	0.037259	0.034772	0.157	0.063	0.000516	0.011235	0.000003	3.232965	0.003281	0.003759	-0.003872	-0.004400	-0.013838	0.003172	-0.170071	0.037813	0.064715	0.192	0.028	0.000804	0.028241	0.000024	2.595854	0.004187	0.004673	-0.004785	-0.005288	-0.011159	0.006285	-0.060385	0.027847		
2	0.198573	0.034896	0.011401	0.580340	0.145573	0.040532	0.498	0.202	0.003342	0.011235	0.000003	1.443668	0.006705	0.006985	0.597684	0.154774	0.032894	0.011080	0.568644	0.148134	0.070475	0.589	0.111	0.004328	0.028241	0.000024	1.488928	0.007343	0.007601	-0.050711	-0.062412	0.406048	0.020544	40.518139	0.102317		
3	0.198573	0.034896	0.011401	0.580340	0.145573	0.040532	0.498	0.202	0.003342	0.011235	0.000003	1.443668	0.006705	0.006985	0.597684	0.154774	0.032894	0.011080	0.568644	0.148134	0.070475	0.589	0.111	0.004328	0.028241	0.000024	1.488928	0.007343	0.007601	-0.050711	-0.062412	0.406048	0.020544	40.518139	0.102317		
4	0.095150	0.034606	0.013357	0.560825	0.172738	0.041612	0.559	0.231	0.004294	0.011235	0.000003	1.277734	0.007679	0.007963	0.123582	0.084619	0.032844	0.012983	0.554280	0.175781	0.071555	0.661	0.129	0.005521	0.028241	0.000024	1.341921	0.008353	0.008613	-0.082389	-0.108230	0.190474	0.024111	1.792015	0.121957		
5	0.095150	0.034606	0.013357	0.560825	0.172738	0.041612	0.559	0.231	0.004294	0.011235	0.000003	1.277734	0.007679	0.007963	0.123582	0.084619	0.032844	0.012983	0.554280	0.175781	0.071555	0.661	0.129	0.005521	0.028241	0.000024	1.341921	0.008353	0.008613	-0.082389	-0.108230	0.190474	0.024111	1.792015	0.121957		
6	0.071296	0.035317	0.015616	0.562300	0.204435	0.042812	0.626	0.264	0.005527	0.011235	0.000003	1.129745	0.008831	0.009122	0.081185	0.065736	0.033686	0.015181	0.559087	0.208039	0.072755	0.740	0.150	0.007072	0.028241	0.000024	1.206290	0.009560	0.009826	-0.154674	-0.237944	0.140645	0.028255	1.081897	0.145128		
7	0.071296	0.035317	0.015616	0.562300	0.204435	0.042812	0.626	0.264	0.005527	0.011235	0.000003	1.129745	0.008831	0.009122	0.081185	0.065736	0.033686	0.015181	0.559087	0.208039	0.072755	0.740	0.150	0.007072	0.028241	0.000024	1.206290	0.009560	0.009826	-0.154674	-0.237944	0.140645	0.028255	1.081897	0.145128		
8	0.062723	0.036623	0.017950	0.576277	0.237483	0.044012	0.692	0.298	0.006952	0.011235	0.000003	1.010167	0.010051	0.010350	0.067939	0.058752	0.035053	0.017453	0.575325	0.241673	0.073955	0.817	0.173	0.00887	0.028241	0.000024	1.093701	0.010850	0.011122	-0.377528	-1.183499	0.122334	0.032549	0.874494	0.169487		
9	0.072265	0.049470	0.025417	0.768236	0.344275	0.056958	0.820	0.380	0.012385	0.013046	0.000006	0.809174	0.015112	0.015490	0.077195	0.068638	0.047554	0.024748	0.770751	0.350675	0.091297	0.967	0.233	0.015987	0.032668	0.000038	0.916823	0.016526	0.016875	1.268015	0.490283	0.141972	0.045340	0.960167	0.244707		
10	0.070626	0.048609	0.025118	0.754506	0.340415	0.056537	0.817	0.383	0.012314	0.013046	0.000006	0.806257	0.015080	0.015458	0.075351	0.067134	0.046746	0.024460	0.757304	0.346781	0.090232	0.964	0.236	0.01591	0.032668	0.000038	0.915369	0.016498	0.016847	1.020613	0.447059	0.137647	0.044744	0.928580	0.241742		
11	0.070626	0.048609	0.025118	0.754506	0.340415	0.056537	0.817	0.383	0.012314	0.013046	0.000006	0.806257	0.015080	0.015458	0.075351	0.067134	0.046746	0.024460	0.757304	0.346781	0.090232	0.964	0.236	0.01591	0.032668	0.000038	0.915369	0.016498	0.016847	1.020613	0.447059	0.137647	0.044744	0.928580	0.241742		
12	0.069018	0.047756	0.024818	0.740906	0.336540	0.056116	0.814	0.386	0.012241	0.013046	0.000006	0.803258	0.015047	0.015426	0.073547	0.065657	0.045944	0.024171	0.743978	0.342872	0.089167	0.961	0.239	0.015832	0.032668	0.000038	0.913855	0.016468	0.016818	0.849297	0.409718	0.133445	0.044145	0.898046	0.238754		
13	0.069018	0.047756	0.024818	0.740906	0.336540	0.056116	0.814	0.386	0.012241	0.013046	0.000006	0.803258	0.015047	0.015426	0.073547	0.065657	0.045944	0.024171	0.743978	0.342872	0.089167	0.961	0.239	0.015832	0.032668	0.000038	0.913855	0.016468	0.016818	0.849297	0.409718	0.133445	0.044145	0.898046	0.238754		
14	0.067346	0.046858	0.024499	0.726623	0.332414	0.05567	0.810	0.390	0.012164	0.013046	0.000006	0.799984	0.015012	0.015391	0.071676	0.064119	0.045100	0.023864	0.729975	0.338711	0.088038	0.958	0.242	0.015747	0.032668	0.000038	0.912179	0.016437	0.016787	0.717103	0.375294	0.129117	0.043505	0.866754	0.235560		
15	0.067346	0.046858	0.024499	0.726623	0.332414	0.05567	0.810	0.390	0.012164	0.013046	0.000006	0.799984	0.015012	0.015391	0.071676	0.064119	0.045100	0.023864	0.729975	0.338711	0.088038	0.958	0.242	0.015747	0.032668	0.000038	0.912179	0.016437	0.016787	0.717103	0.375294	0.129117	0.043505	0.866754	0.235560		
16	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032668	0.000038	0.910709	0.016409	0.016760	0.631435	0.349687	0.125569	0.042963	0.841212	0.232847		
17	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032668	0.000038	0.910709	0.016409	0.016760	0.631435	0.349687	0.125569	0.042963	0.841212	0.232847		
18	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032668	0.000038	0.910709	0.016409	0.016760	0.631435	0.349687	0.125569	0.042963	0.841212	0.232847		
19	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032668	0.000038	0.910709	0.016409	0.016760	0.631435	0.349687	0.125569	0.042963	0.841212	0.232847		
20	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032668	0.000038	0.910709	0.016409	0.016760	0.631435	0.349687	0.125569	0.042963	0.841212	0.232847		
21	0.065962	0.046109	0.024230	0.714694	0.328924	0.055293	0.808	0.392	0.012097	0.013046	0.000006	0.797147	0.014981	0.015362	0.070132	0.062845	0.044395	0.023605	0.718275	0.335191	0.087086	0.955	0.245	0.015674	0.032												


<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 22 ALLEGATO 11 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE - VERIFICHE SLU

Coefficienti parziali verifiche SLU (STR)

			1.35		1.35		1.20				1.35								0.90		1.20						0.90						0.90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
FRAME	LOC (m)	Progr. (m)	peso proprio		perm. Portati		Cedimenti vincolari				Carichi mobili dinamizzati								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)	Ced Max		Ced Min		Mmax		Mmin		Vmax		Vmin		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)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
							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)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	0.00	0.00	-5.2	10.4	-3.1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 23 ALLEGATO 12 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICHE SLU

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya

unità  
  
  
  
MPa  
MPa

1.10  
1.20  
0  
19.83  
450

COMBINAZIONE C1Mmax

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA															CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

				Analisi elastica																	Analisi plastica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				σA'	σB'	σC'	σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		



LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
1.10  
1.20  
0  
MPa  
MPa  
19.83  
450

COMBINAZIONE C1Mmin

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore						TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA																CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					



				Analisi elastica																	Analisi plastica											
				$\sigma A'$		$\sigma B'$		$\sigma C'$		$\sigma D'$										Ver. stabilità pannelli d'anima												
				C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	$\eta 1_{inf}$	$\eta 1_{sup}$	$\eta 1_{inf}$	$\eta 1_{sup}$	Mf,Rd	MPI,Rd	NPI,Rd	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	$\eta 1_{plast}$	$\eta 1$	a (m)	n.irr.	Isl (m4)	$k_r$	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	$\eta 3$	$\eta 1_s$	$\eta 1_{inter}$
Sez	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)			grafico	grafico	(kNm)	(kNm)	(kN)							Long											
1	-70.7	-15.0	-3.9	40.6	0.13	0.05	0.00	0.00	921.4	1180.0	11356	127.6	-2240.9	1134.0	0.11	0.11	2.000	0	0	5.340	48.6	NO	0.00	1.200	11	11	15	1.44			0.00	
2	-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	33	0.03	0.50	0.00	0.50	0.00
3	-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	37	0.03	0.50	0.00	0.00	0.00
4	-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00	0.48	0.00
5	-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00	0.48	0.00
6	-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	72	0.04	0.46	0.00	0.46	0.00
7	-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	76	0.05	0.46	0.00	0.46	0.00
8	-120.1	-114.5	100.4	104.8	0.35	0.30	0.35	0.30	1201.9	2921.0	8427	461.1	-2240.9	2714.4	0.00	0.35	2.000	0	0	5.939	51.2	SI	0.87	0.955	1652	1652	94	0.06	0.44	0.00	0.44	0.00
9	-80.3	-77.4	61.1	64.0	0.23	0.18	0.23	0.18	1734.9	4687.7	11832	733.9	-2569.9	4466.6	0.00	0.23	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1109	0.39	0.39	0.00	0.39	0.00
10	-58.2	-56.1	44.2	46.3	0.17	0.13	0.17	0.13	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.17	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00	0.39	0.00
11	-58.2	-56.1	44.2	46.3	0.17	0.13	0.17	0.13	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.17	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00	0.39	0.00
12	-44.9	-43.3	34.0	35.6	0.13	0.10	0.13	0.10	1779.2	4687.7	11832	1425.6	-2473.5	4482.8	0.00	0.13	5.220	0	0	5.4												

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
1.10  
1.20  
0  
MPa  
MPa  
19.83  
450

COMBINAZIONE C1Vmax

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA															CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

				Analisi elastica																			Analisi plastica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				σA'				σB'				σC'				σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

## Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

Var	unità	
$\gamma_{M1}$		1.10
$\eta$		1.20
pan		0
fcd	MPa	19.83
fya	MPa	450

			COMBINAZIONE C1Vmin																							CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI													
			soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA																				
Sez	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)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)		
1	1	0.000	0.000	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.004	0.012	0.360	0.020	reagente	-70.7	-15.0	-3.9	40.6	-41.7	-88.0	322.9	355.0	355.0	355.0	0.187	1									
2	1	0.500	0.500	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.484	0.012	0.360	0.020	fessurata	-5.4	-4.9	5.6	6.0	1.7	2.8	5.6	355.0	355.0	355.0	0.314	3									
3	2	0.000	0.500	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.484	0.012	0.360	0.020	fessurata	-5.4	-4.9	5.6	6.0	1.7	2.8	6.3	355.0	355.0	355.0	0.314	3									
4	2	0.500	1.000	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.574	0.012	0.360	0.020	fessurata	-35.3	-33.2	28.9	30.7	29.2	46.0	7.9	355.0	355.0	355.0	0.359	3									
5	3	0.000	1.000	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.574	0.012	0.360	0.020	fessurata	-35.3	-33.2	28.9	30.7	29.2	46.0	7.9	355.0	355.0	355.0	0.359	3									
6	3	0.500	1.500	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.674	0.012	0.360	0.020	fessurata	-82.2	-77.9	67.2	70.6	73.5	110.6	8.9	355.0	355.0	355.0	0.409	3									
7	4	0.000	1.500	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.674	0.012	0.360	0.020	fessurata	-82.2	-77.9	67.2	70.6	73.5	110.6	9.4	355.0	355.0	355.0	0.409	3									
8	4	0.500	2.000	1.120	0.260	0.070	0.200	0.002	0.280	0.002	0.080	0.300	0.016	0.774	0.012	0.360	0.020	fessurata	-120.1	-114.5	100.4	104.8	108.6	157.1	10.1	355.0	355.0	355.0	0.459	3									
9	5	0.000	2.000	1.120	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-80.3	-77.4	61.1	64.0	66.2	97.0	-72.2	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
10	5	0.330	2.330	1.098	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-25.6	-56.1	44.2	-39.5	48.1	70.5	-70.0	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
11	6	0.000	2.330	1.098	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-25.6	-56.1	44.2	-39.5	48.1	70.5	-70.0	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
12	6	0.330	2.660	1.076	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-15.9	-43.3	34.0	-41.5	37.8	55.3	-67.8	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
13	7	0.000	2.660	1.076	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-15.9	-43.3	34.0	-41.5	37.8	55.3	-31.3	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
14	7	0.350	3.010	1.053	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-11.8	-38.2	29.7	-43.1	34.6	50.7	-28.9	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
15	8	0.000	3.010	1.053	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-11.8	-38.2	29.7	-43.1	34.6	50.7	-28.9	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
16	8	0.300	3.310	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-8.6	-34.3	26.4	-44.2	32.0	46.8	-26.9	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
17	9	0.000	3.310	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-8.6	-34.3	26.4	-44.2	32.0	46.8	-26.9	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
18	9	0.330	3.640	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-5.3	-30.2	23.0	-45.4	29.1	42.7	-24.7	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
19	10	0.000	3.640	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-5.3	-30.2	23.0	-45.4	29.1	42.7	-24.7	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
20	10	0.330	3.970	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-2.4	-26.6	20.0	-46.3	26.4	38.6	-22.5	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
21	11	0.000	3.970	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	-2.4	-26.6	20.0	-46.3	26.4	38.6	-22.5	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
22	11	0.320	4.290	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	0.0	-23.4	17.5	-46.9	23.7	34.8	-20.4	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
23	12	0.000	4.290	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	0.0	-23.4	17.5	-46.9	23.7	34.8	-20.4	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
24	12	0.330	4.620	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	2.2	-20.4	15.2	-47.1	21.1	30.9	-18.2	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
25	13	0.000	4.620	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	2.2	-20.4	15.2	-47.1	21.1	30.9	-6.4	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
26	13	0.330	4.950	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	4.0	-17.9	13.3	-47.1	18.6	27.2	-5.6	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
27	14	0.000	4.950	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	4.0	-17.9	13.3	-47.1	18.6	27.2	-5.6	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
28	14	0.330	5.280	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.320	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	5.4	-15.7	11.7	-46.7	16.1	23.5	-4.8	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
29	15	0.000	5.280	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	5.5	-15.8	11.8	-46.7	16.2	23.2	-4.8	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
30	15	0.330	5.610	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	6.6	-14.0	10.6	-46.0	13.7	19.7	-4.0	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
31	16	0.000	5.610	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	6.6	-14.0	10.6	-46.0	13.7	19.7	-4.0	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
32	16	0.320	5.930	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	7.3	-12.6	9.8	-45.0	11.4	16.4	-3.3	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
33	17	0.000	5.930	1.034	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	7.3	-12.6	9.8	-45.0	11.4	16.4	-3.3	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
34	17	0.330	6.260	1.056	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	7.7	-11.5	9.3	-43.9	9.1	13.1	-2.5	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
35	18	0.000	6.260	1.056	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	7.7	-11.5	9.3	-43.9	9.1	13.1	-2.5	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
36	18	0.330	6.590	1.078	0.300	0.070	0.200	0.002	0.306	0.002	0.080	0.400	0.020	0.960	0.016	0.400	0.020	fessurata	7.7	-10.8	9.1	-42.5	6.9	9.9	-1.7	355.0	355.0	355.0	0.614	3									
37	19	0.000	6.590																																				

				Analisi elastica																	Analisi plastica																	Ver. stabilità pannelli d'anima																		
Sez	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	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter																								
1				-70.7	-15.0	-3.9	40.6	0.13	0.05	0.00	0.00	921.4	1180.0	11356	127.6	-2240.9	1134.0	0.11	0.11	2.000	0	0	5.340	48.6	NO	0.00	1.200	11	11	15	1.44		0.00																							
2				-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	33	0.03	0.50	0.00																							
3				-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	37	0.03	0.50	0.00																							
4				-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00																							
5				-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00																							
6				-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	72	0.04	0.46	0.00																							
7				-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	76	0.05	0.46	0.00																							
8				-120.1	-114.5	100.4	104.8	0.35	0.30	0.35	0.30	1201.9	2921.0	8427	461.1	-2240.9	2714.4	0.00	0.35	2.000	0	0	5.939	51.2	SI	0.87	0.955	1652	1652	94	0.06	0.44	0.00																							
9				-80.3	-77.4	61.1	64.0	0.23	0.18	0.23	0.18	1734.9	4687.7	11832	733.9	-2569.9	4466.6	0.00	0.23	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1109	0.39	0.39	0.00																							
10				-25.6	-56.1	44.2	-39.5	0.12	0.01	0.12	0.01	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.12	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00																							
11				-25.6	-56.1	44.2	-39.5	0.12	0.01	0.12	0.01	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.12	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00																							
12				-15.9	-43.3	34.0	-41.5	0.09	0.01	0.09	0.01	1779.2	4687.7	11832	1425.6	-2473.5	4482.8	0.00	0.09	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1041	0.37	0.40	0.00																							
13				-15.9	-43.3	34.0	-41.5	0.09	0.01	0.09	0.01	1779.2	4687.7	11832	1425.6	-2473.5	4482.8	0.00	0.09	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	480	0.17	0.40	0.00																							
14				-11.8	-38.2	29.7	-43.1	0.07	0.02	0.07	0.02	1802.8	4687.7	11832	1577.7	-2422.4	4491.2	0.00	0.07	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	444	0.16	0.40	0.00																							
15				-11.8	-38.2	29.7	-43.1	0.07	0.02	0.07	0.02	1802.8	4687.7	11832	1577.7	-2422.4	4491.2	0.00	0.07	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	444	0.16	0.40	0.00																							
16				-8.6	-34.3	26.4	-44.2	0.06	0.03	0.06	0.03	1822.6	4687.7	11832	1698.0	-2379.3	4498.1	0.00	0.06	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	413	0.15	0.41	0.00																							
17				-8.6	-34.3	26.4	-44.2	0.06	0.03	0.06	0.03	1822.6	4687.7	11832	1698.0	-2379.3	4498.1	0.00	0.06	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	413	0.15	0.41	0.00																							
18				-5.3	-30.2	23.0	-45.4	0.05	0.03	0.05	0.03	1822.6	4687.7	11832	1828.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	380	0.13	0.41	0.00																							
19				-5.3	-30.2	23.0	-45.4	0.05	0.03	0.05	0.03	1822.6	4687.7	11832	1828.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	380	0.13	0.41	0.00																							
20				-2.4	-26.6	20.0	-46.3	0.04	0.04	0.04	0.04	1822.6	4687.7	11832	1948.5	-2379.3	4498.1	0.00	0.04	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	346	0.12	0.43	0.00																							
21				-2.4	-26.6	20.0	-46.3	0.04	0.04	0.04	0.04	1822.6	4687.7	11832	1948.5	-2379.3	4498.1	0.00	0.04	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	346	0.12	0.43	0.00																							
22				0.0	-23.4	17.5	-46.9	0.03	0.04	0.03	0.04	1822.6	4687.7	11832	2053.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.04	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	313	0.11	0.46	0.00																							
23				0.0	-23.4	17.5	-46.9	0.03	0.04	0.03	0.04	1822.6	4687.7	11832	2053.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.04	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	313	0.11	0.46	0.00																							
24				2.2	-20.4	15.2	-47.1	0.03	0.05	0.03	0.05	1822.6	4687.7	11832	2151.4	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	279	0.10	0.48	0.00																							
25				2.2	-20.4	15.2	-47.1	0.03	0.05	0.03	0.05	1822.6	4687.7	11832	2151.4	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	99	0.03	0.48	0.00																							
26				4.0	-17.9	13.3	-47.1	0.02	0.05	0.02	0.05	1822.6	4687.7	11832	2052.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	86	0.03	0.46	0.00																							
27				4.0	-17.9	13.3	-47.1	0.02	0.05	0.02	0.05	1822.6	4687.7	11832	2052.8	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	86	0.03	0.46	0.00																							
28				5.4	-15.7	11.7	-46.7	0.02	0.05	0.02	0.05	1822.6	4687.7	11832	1943.7	-2379.3	4498.1	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	74	0.03	0.43	0.00																							
29				5.5	-15.8	11.8	-46.7	0.02	0.05	0.02	0.05	1817.2	4679.1	11832	1944.5	-2379.3	4489.9	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	74	0.03	0.43	0.00																							
30				6.6	-14.0	10.6	-46.0	0.01	0.05	0.01	0.05	1817.2	4679.1	11832	1828.9	-2379.3	4489.9	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	62	0.02	0.41	0.00																							
31				6.6	-14.0	10.6	-46.0	0.01	0.05	0.01	0.05	1817.2	4679.1	11832	1828.9	-2379.3	4489.9	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	62	0.02	0.41	0.00																							
32				7.3	-12.6	9.8	-45.0	0.01	0.05	0.01	0.05	1816.2	4679.1	11832	1591.8	-2381.5	4489.5	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	50	0.02	0.40	0.00																							
33				7.3	-12.6	9.8	-45.0	0.01	0.05	0.01	0.05	1816.2	4679.1	11832	1591.8	-2381.5	4489.5	0.00	0.05	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	50	0.02	0.40	0.00																							
34				7.7	-11.5	9.3	-43.9	0.01	0.05	0.01	0.05	1794.1	4679.1	11832	1350.																																									

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
1.10  
1.20  
0  
MPa  
MPa  
19.83  
450

COMBINAZIONE C2Mmax

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA															CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								



				Analisi elastica																	Analisi plastica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				σA'		σB'		σC'		σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
1.10  
1.20  
0  
MPa  
MPa  
19.83  
450

COMBINAZIONE C2Mmin

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA															CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								



				Analisi elastica																	Analisi plastica												
				$\sigma A'$		$\sigma B'$		$\sigma C'$		$\sigma D'$												Ver.											
				C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	C1Mmax	$\eta 1_{inf}$	$\eta 1_{sup}$	$\eta 1_{inf}$	$\eta 1_{sup}$	Mf,Rd	MPI,Rd	NPI,Rd	MEd (kN)	Ned (kN)	MNV,Rd	$\eta 1_{plast}$	$\eta 1$	a (m)	n.irr.	lsl (m4)	k $\tau$	(hw/t) max	stabilità pannelli d'anima	Iw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	$\eta 3$	$\eta 1_s$	$\eta 1_{inter}$
Sez	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)			grafico	grafico	(kNm)	(kNm)	(kN)							Long												
1				-58.1	2.7	14.8	63.4	0.08	0.12	0.08	0.12	159.9	287.6	5303	127.6	-2240.9	236.3	0.00	0.12	2.000	0	0	5.340	48.6	NO	0.00	1.200	11	11	15	1.44	0.68	1.83
2				-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	33	0.03	0.50	0.00	
3				-5.4	-4.9	5.6	6.0	0.02	0.02	0.02	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	37	0.03	0.50	0.00
4				-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00
5				-35.3	-33.2	28.9	30.7	0.10	0.09	0.10	0.09	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.10	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	55	0.04	0.48	0.00
6				-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	72	0.04	0.46	0.00
7				-82.2	-77.9	67.2	70.6	0.24	0.20	0.24	0.20	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.24	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	76	0.05	0.46	0.00
8				-120.1	-114.5	100.4	104.8	0.35	0.30	0.35	0.30	1201.9	2921.0	8427	461.1	-2240.9	2714.4	0.00	0.35	2.000	0	0	5.939	51.2	SI	0.87	0.955	1652	1652	94	0.06	0.44	0.00
9				-80.3	-77.4	61.1	64.0	0.23	0.18	0.23	0.18	1734.9	4687.7	11832	733.9	-2569.9	4466.6	0.00	0.23	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1109	0.39	0.39	0.00
10				-58.2	-56.1	44.2	46.3	0.17	0.13	0.17	0.13	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.17	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00
11				-58.2	-56.1	44.2	46.3	0.17	0.13	0.17	0.13	1757.0	4687.7	11832	1085.4	-2521.7	4474.8	0.00	0.17	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	1075	0.38	0.39	0.00
12				-44.9	-43.3	34.0	35.6	0.13	0.10	0.13	0.10	1779.2	4687.7	11832	1425.6	-2473.5	4482.8	0.00	0.13	5.220													

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
1.10  
1.20  
0  
MPa  
MPa  
19.83  
450

COMBINAZIONE C2Vmax

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore				anima		piattabanda inferiore								TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA														CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

				Analisi elastica																	Analisi plastica																																	
Sez	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	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	Ver. stabilità pannelli d'anima				Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VED (kN)	η3	η1_s	η1_inter																				
				lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)																																															
1				-58.1	2.7	14.8	63.4	0.08	0.12	0.08	0.12	159.9	287.6	5303	127.6	-2240.9	236.3	0.00	0.12	2.000	0	0	5.340	48.6	NO	0.00	1.200	11	11	15	1.44	0.68	1.83																					
2				-5.0	-4.6	5.4	5.7	0.01	0.02	0.01	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	47	0.04	0.50	0.00																					
3				-5.0	-4.6	5.4	5.7	0.01	0.02	0.01	0.02	809.4	1784.4	7250	374.2	-2240.9	1614.0	0.00	0.02	2.000	0	0	5.574	49.6	NO	0.56	1.200	1299	1299	51	0.04	0.50	0.00																					
4				-8.9	-8.3	9.6	10.1	0.03	0.03	0.03	0.03	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.03	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	666	0.43	0.48	0.00																					
5				-8.9	-8.3	9.6	10.1	0.03	0.03	0.03	0.03	931.2	2118.9	7615	406.5	-2240.9	1935.4	0.00	0.03	2.000	0	0	5.669	50.0	NO	0.66	1.200	1540	1540	666	0.43	0.48	0.00																					
6				-13.0	-12.2	14.1	14.7	0.04	0.04	0.04	0.04	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.04	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	712	0.44	0.46	0.00																					
7				-13.0	-12.2	14.1	14.7	0.04	0.04	0.04	0.04	1066.5	2509.8	8021	438.3	-2240.9	2313.9	0.00	0.04	2.000	0	0	5.794	50.6	SI	0.77	1.083	1632	1632	716	0.44	0.46	0.00																					
8				-17.4	-16.5	18.9	19.6	0.05	0.06	0.05	0.06	1201.9	2921.0	8427	461.1	-2240.9	2714.4	0.00	0.06	2.000	0	0	5.939	51.2	SI	0.87	0.955	1652	1652	762	0.46	0.44	0.00																					
9				-11.2	-10.8	10.1	10.5	0.03	0.03	0.03	0.03	1734.9	4687.7	11832	733.9	-2569.9	4466.6	0.00	0.03	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	764	0.27	0.39	0.00																					
10				8.2	8.4	17.4	17.6	0.02	0.05	0.00	0.00	3319.5	6982.2	18644	1085.4	-2521.7	6854.5	0.16	0.16	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	752	0.27		0.00																					
11				8.2	8.4	17.4	17.6	0.02	0.05	0.00	0.00	3319.5	6982.2	18644	1085.4	-2521.7	6854.5	0.16	0.16	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	752	0.27		0.00																					
12				30.2	29.9	15.0	14.6	0.09	0.04	0.00	0.00	3316.9	6952.3	18513	1425.6	-2473.5	6828.2	0.21	0.21	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	171	0.06		0.00																					
13				30.2	29.9	15.0	14.6	0.09	0.04	0.00	0.00	3316.9	6952.3	18513	1425.6	-2473.5	6828.2	0.21	0.21	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	171	0.06		0.00																					
14				40.9	40.3	12.8	12.2	0.12	0.04	0.00	0.00	3313.7	6920.6	18375	1577.7	-2422.4	6800.3	0.23	0.23	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	158	0.06		0.00																					
15				40.9	40.3	12.8	12.2	0.12	0.04	0.00	0.00	3313.7	6920.6	18375	1577.7	-2422.4	6800.3	0.23	0.23	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	158	0.06		0.00																					
16				49.3	48.5	11.2	10.4	0.14	0.03	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1698.0	-2379.3	6776.7	0.25	0.25	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	147	0.05		0.00																					
17				49.3	48.5	11.2	10.4	0.14	0.03	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1698.0	-2379.3	6776.7	0.25	0.25	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	147	0.05		0.00																					
18				57.7	56.7	9.9	8.9	0.17	0.03	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1828.8	-2379.3	6776.7	0.27	0.27	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	135	0.05		0.00																					
19				57.7	56.7	9.9	8.9	0.17	0.03	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1828.8	-2379.3	6776.7	0.27	0.27	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	135	0.05		0.00																					
20				65.3	64.2	8.9	7.8	0.19	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1948.5	-2379.3	6776.7	0.29	0.29	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	123	0.04		0.00																					
21				65.3	64.2	8.9	7.8	0.19	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1948.5	-2379.3	6776.7	0.29	0.29	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	123	0.04		0.00																					
22				71.9	70.6	8.3	7.0	0.21	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2053.8	-2379.3	6776.7	0.30	0.30	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	111	0.04		0.00																					
23				71.9	70.6	8.3	7.0	0.21	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2053.8	-2379.3	6776.7	0.30	0.30	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	111	0.04		0.00																					
24				77.9	76.5	8.0	6.6	0.23	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2151.4	-2379.3	6776.7	0.32	0.32	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	99	0.03		0.00																					
25				77.9	76.5	8.0	6.6	0.23	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2151.4	-2379.3	6776.7	0.32	0.32	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	282	0.10		0.00																					
26				71.9	70.6	8.3	7.0	0.21	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2052.8	-2379.3	6776.7	0.30	0.30	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	316	0.11		0.00																					
27				71.9	70.6	8.3	7.0	0.21	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	2052.8	-2379.3	6776.7	0.30	0.30	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	316	0.11		0.00																					
28				65.0	63.9	9.0	7.8	0.19	0.02	0.00	0.00	3310.7	6893.7	18259	1943.7	-2379.3	6776.7	0.29	0.29	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	341	0.12		0.00																					
29				65.1	63.9	8.9	7.8	0.19	0.02	0.00	0.00	3303.8	6885.1	18259	1944.5	-2379.3	6768.2	0.29	0.29	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	341	0.12		0.00																					
30				57.7	56.7	9.9	8.9	0.17	0.03	0.00	0.00	3303.8	6885.1	18259	1828.9	-2379.3	6768.2	0.27	0.27	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	360	0.13		0.00																					
31				57.7	56.7	9.9	8.9	0.17	0.03	0.00	0.00	3303.8	6885.1	18259	1828.9	-2379.3	6768.2	0.27	0.27	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	733	0.26		0.00																					
32				42.8	42.1	11.3	10.7	0.13	0.03	0.00	0.00	3304.0	6886.5	18265	1591.8	-2381.5	6769.4	0.24	0.24	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	751	0.27		0.00																					
33				42.8	42.1	11.3	10.7	0.13	0.03	0.00	0.00	3304.0	6886.5	18265	1591.8	-2381.5	6769.4	0.24	0.24	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	751	0.27		0.00																					
34				26.8	26.6	13.2	13.0	0.08	0.04	0.00	0.00	3307.3	6916.5	18395	1350.1	-2429.7	6795.8	0.20	0.20	5.220	0	0	5.475	49.2	SI	0.84	0.985	2820	2820	7																								

LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA  
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  
γM1  
η  
pan  
fcd  
fya  
unità  
  
  
  
MPa  
MPa

1.10

1.20

0

19.83

450


COMBINAZIONE C2Vmin

				soletta				Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore				TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA																CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI EFFICACI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

			Analisi elastica																	Analisi plastica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			σA'	σB'	σC'	σD'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

**LAVORO: SS127 - CV01 - TRASVERSO DI SPALLA****Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

Sez	INVILUPPI										η1_inter
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	η1,plast	η1	η3	
1	1	0.000	0.000	0.13	0.12	0.08	0.12	0.11	0.12	0.02	1.83
2	1	0.500	0.500	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.04	0.00
3	2	0.000	0.500	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.04	0.00
4	2	0.500	1.000	0.10	0.09	0.10	0.09	0.00	0.10	0.43	0.00
5	3	0.000	1.000	0.10	0.09	0.10	0.09	0.00	0.10	0.43	0.00
6	3	0.500	1.500	0.24	0.20	0.24	0.20	0.00	0.24	0.44	0.00
7	4	0.000	1.500	0.24	0.20	0.24	0.20	0.00	0.24	0.44	0.00
8	4	0.500	2.000	0.35	0.30	0.35	0.30	0.00	0.35	0.46	0.00
9	5	0.000	2.000	0.23	0.18	0.23	0.18	0.00	0.23	0.39	0.00
10	5	0.330	2.330	0.17	0.13	0.17	0.13	0.16	0.17	0.38	0.00
11	6	0.000	2.330	0.17	0.13	0.17	0.13	0.16	0.17	0.38	0.00
12	6	0.330	2.660	0.15	0.13	0.13	0.10	0.21	0.21	0.37	0.00
13	7	0.000	2.660	0.15	0.13	0.13	0.10	0.21	0.21	0.17	0.00
14	7	0.350	3.010	0.18	0.13	0.12	0.09	0.23	0.23	0.16	0.00
15	8	0.000	3.010	0.18	0.13	0.12	0.09	0.23	0.23	0.16	0.00
16	8	0.300	3.310	0.20	0.14	0.10	0.08	0.25	0.25	0.15	0.00
17	9	0.000	3.310	0.20	0.14	0.10	0.08	0.25	0.25	0.15	0.00
18	9	0.330	3.640	0.23	0.14	0.09	0.07	0.27	0.27	0.13	0.00
19	10	0.000	3.640	0.23	0.14	0.09	0.07	0.27	0.27	0.13	0.00
20	10	0.330	3.970	0.25	0.15	0.08	0.06	0.29	0.29	0.12	0.00
21	11	0.000	3.970	0.25	0.15	0.08	0.06	0.29	0.29	0.12	0.00
22	11	0.320	4.290	0.27	0.15	0.07	0.05	0.30	0.30	0.11	0.00
23	12	0.000	4.290	0.27	0.15	0.07	0.05	0.30	0.30	0.11	0.00
24	12	0.330	4.620	0.29	0.15	0.06	0.05	0.32	0.32	0.10	0.00
25	13	0.000	4.620	0.29	0.15	0.06	0.05	0.32	0.32	0.10	0.00
26	13	0.330	4.950	0.27	0.15	0.05	0.05	0.30	0.30	0.11	0.00
27	14	0.000	4.950	0.27	0.15	0.05	0.05	0.30	0.30	0.11	0.00
28	14	0.330	5.280	0.25	0.15	0.05	0.05	0.29	0.29	0.12	0.00
29	15	0.000	5.280	0.25	0.15	0.05	0.05	0.29	0.29	0.12	0.00
30	15	0.330	5.610	0.23	0.14	0.04	0.05	0.27	0.27	0.13	0.00
31	16	0.000	5.610	0.23	0.14	0.04	0.05	0.27	0.27	0.26	0.00
32	16	0.320	5.930	0.18	0.14	0.04	0.05	0.24	0.24	0.27	0.00
33	17	0.000	5.930	0.18	0.14	0.04	0.05	0.24	0.24	0.27	0.00
34	17	0.330	6.260	0.14	0.13	0.04	0.05	0.20	0.20	0.27	0.00
35	18	0.000	6.260	0.14	0.13	0.04	0.05	0.20	0.20	0.27	0.00
36	18	0.330	6.590	0.09	0.13	0.04	0.05	0.16	0.16	0.28	0.00
37	19	0.000	6.590	0.09	0.13	0.04	0.05	0.16	0.16	0.28	0.00
38	19	0.330	6.920	0.04	0.05	0.04	0.04	0.12	0.12	0.29	0.00
39	20	0.000	6.920	0.04	0.05	0.04	0.04	0.12	0.12	0.29	0.00
40	20	0.320	7.240	0.07	0.06	0.07	0.06	0.00	0.07	0.29	0.00
41	21	0.000	7.240	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.28	0.00
42	21	0.500	7.740	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00
43	22	0.000	7.740	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00
44	22	0.500	8.240	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.03	0.04	0.00
45	23	0.000	8.240	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.03	0.04	0.00
46	23	0.500	8.740	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.00
47	24	0.000	8.740	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.00
48	24	0.500	9.240	0.02	0.12	0.01	0.01	0.13	0.13	0.02	0.00

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	


## 24 ALLEGATO 13 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI







Pagina 2 di 2

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 25 ALLEGATO 14 – SOTTOSTRUTTURE: **SPALLA SPA**



## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

## Dati e risoluzione della palificata

Fattore S	S	1.20		
Valore di ag/g	ag/g	0.061		
fattore bm	βm	1.00		
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.073		
Coefficiente sismico verticale	kv	0.037		
Fattore di struttura	q	1.00		
Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 2 - no		Tip. spost	1	
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	10.90	
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	19.0	
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.071	
angolo teta a	θa	deg	4.0	
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310	
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.076	
angolo teta b	θb	deg	4.3	
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.313	
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	4280.4	
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	4018.8	
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	4280.4	
altezza di applicazione	H	kN	5.45	
Momento longitudinale	MyDP	kNm	23328	
Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo				
Condizioni di spinta adottate:				
Spinta del terreno	Es	kN	4280	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	23328	
Forze inerziali				
Sisma longitudinale				
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	1278	
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	5723	
Sisma trasversale				
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	1278	
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	5723	
Sisma verticale				
Forza verticale	FzE.2z	kN	-639	
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	566	
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0	

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

## AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioni + muro frontale + fondazioni 8.75  
Distanza asse appoggi - asse fondazione 1.20

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	1373	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	556	86
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1763	237
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1543	1147
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2019	-237
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1543	-1147
q3	Frenatura	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	118	0	241
q5b	Vento Impalcato carico	0	125	0	255
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	58	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	193	0	248
Ez	Sisma verticale	0	0	420	0

## RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali					
x	=	4.60	coordinata x		
y	=	0.00	coordinata y		
z	=	0.00	coordinata z		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	1373	0
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	10920	36
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	556	86
g2b-sp	Perm.portati - Rinterro	0	0	6534	0
g3-sp	spinta statiche del terreno	5679	0	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1763	238
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1543	1147
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2019	-237
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1543	-1146
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1097	0	736	0
q3	Frenatura	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	118	0	1269
q5b	Vento Impalcato carico	0	125	0	1346
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	58	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	193	0	1937
Ez	Sisma verticale	0	0	420	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	4280	0	0	0
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	1278	0	0	0
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	1278	0	0
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-639	0

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

				S.L.U.							
				q1				q3			
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1b-sp	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
g2b-sp	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
e4	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
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	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	1.01
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35
q4a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90
q7a	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ey	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
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
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
E.2y-sp	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
				S.L.U.				q4			
				q5							
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1b-sp	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
g2b-sp	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
e4	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
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
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	1.01	0.00	0.00	1.01
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	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	0.00	0.00	0.00
q4a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	-1.50	-1.50
q7a	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ey	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
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
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
E.2y-sp	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
				S.L.U.				S.L.V.			
				q7				Ex			
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g1b-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
g2b-sp	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
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
q4a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.50	0.50	0.50	0.50
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
Ey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	0.30	-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.2y-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	0.30	-1.00
				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
g1b-sp	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
g2b-sp	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
e4	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
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	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
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q4a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60	0.00

[illegible][illegible]

									S.L.U.										
Fx	9217	9217	9217	9217	q <sup>1</sup>	9217	9217	9217	9217		8847	8847	8847	8847	q <sup>3</sup>	8847	8847	8847	8847
Fy	112	112	112	112	-112	-112	-112	-112	-112		112	112	112	112	-112	-112	-112	-112	-112
Fz	29541	29541	29245	29245	29887	29887	29245	29245	29245		28698	28698	28475	28475	28957	28957	28475	28475	28475
Mx	1649	1649	2876	2876	-1415	-1415	-2643	-2643	-2643		1568	1568	2489	2489	-1335	-1335	-2256	-2256	-2256
My	-19022	-19022	-18666	-18666	-19437	-19437	-18666	-18666	-18666		-16949	-16949	-16682	-16682	-17260	-17260	-16682	-16682	-16682
									S.L.U.										
Fx	8847	8847	8847	8847	q <sup>4</sup>	8847	8847	8847	8847		8847	8847	8847	8847	q <sup>5</sup>	8847	8847	8847	8847

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

Fy	112	112	112	112	-112	-112	-112	-112	187	187	187	187	-187	-187	-187	-187
Fz	28698	28698	28475	28475	28957	28957	28475	28475	28698	28698	28475	28475	28957	28957	28475	28475
Mx	1568	1568	2489	2489	-1335	-1335	-2256	-2256	2376	2376	3296	3296	-2143	-2143	-3063	-3063
My	-16949	-16949	-16682	-16682	-17260	-17260	-16682	-16682	-16949	-16949	-16682	-16682	-17260	-17260	-16682	-16682
S.L.U.																
e3									E.x		S.L.V. E.y		E.z			
Fx	8847	8847	8847	8847	8847	8847	8847	8847	5616	5616	1725	1725	1725	1725		
Fy	112	112	112	112	-112	-112	-112	-112	441	441	1471	1471	441	441		
Fz	28698	28698	28475	28475	28957	28957	28475	28475	19318	19449	19318	19449	19165	19602		
Mx	1569	1569	2489	2489	-1335	-1335	-2255	-2255	2384	2384	7746	7746	2384	2384		
My	-16949	-16949	-16682	-16682	-17260	-17260	-16682	-16682	-16742	-16100	3595	4236	2846	4985		
									S.L.e.car							
q1											q3					
Fx	6834	6834	6834	6834	6834	6834	6834	6834	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560
Fy	75	75	75	75	-75	-75	-75	-75	75	75	75	75	-75	-75	-75	-75
Fz	21882	21882	21663	21663	22138	22138	21663	21663	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093
Mx	1132	1132	2041	2041	-959	-959	-1868	-1868	1072	1072	1754	1754	-899	-899	-1581	-1581
My	-14147	-14147	-13883	-13883	-14454	-14454	-13883	-13883	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413
									S.L.e.car							
q4											q5					
Fx	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560
Fy	75	75	75	75	-75	-75	-75	-75	125	125	125	125	-124	-124	-125	-125
Fz	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093
Mx	1072	1072	1754	1754	-899	-899	-1581	-1581	1610	1610	2292	2292	-1438	-1438	-2120	-2120
My	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413
									S.L.e.car							
e3																
Fx	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560
Fy	75	75	75	75	-75	-75	-75	-75	75	75	75	75	-124	-124	-125	-125
Fz	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093
Mx	1072	1072	1754	1754	-899	-899	-1581	-1581	1610	1610	2292	2292	-1438	-1438	-2120	-2120
My	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413
									S.L.freq							
q1											e3		q5		S.L.qp	
Fx	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	6560	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737	5737
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	-23	0	0	0	0
Fz	21258	21258	21093	21093	21450	21450	21093	21093	19383	19383	19383	19383	19383	19383	19383	19383
Mx	264	264	946	946	-92	-92	-774	-774	86	86	340	-168	86	86	86	86
My	-12611	-12611	-12413	-12413	-12841	-12841	-12413	-12413	-8004	-8004	-8004	-8004	-8004	-8004	-8004	-8004

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore													
PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trav Jxi	long Jyi	trav Yp/SJxi	long Xp/SJyi	Plinto	X	Y	
1	1	0.40	-5.40	-4.20	-5.40	29.16	17.6400	-0.006	-0.007		0.00	5.90	
2	1	0.40	-4.20	-4.20	-4.20	17.64	17.6400	-0.004	-0.007		9.20	5.90	
3	1	0.40	-3.00	-4.20	-3.00	9.00	17.64	-0.003	-0.007		9.20	-5.90	
4	1	0.40	-1.80	-4.20	-1.80	3.24	17.64	-0.002	-0.007		0.00	-5.90	
5	1	0.40	-0.60	-4.20	-0.60	0.36	17.64	-0.001	-0.007		0.00	5.90	
6	1	0.40	0.60	-4.20	0.60	0.36	17.64	0.001	-0.007				
7	1	0.40	1.80	-4.20	1.80	3.24	17.64	0.002	-0.007				
8	1	0.40	3.00	-4.20	3.00	9.00	17.64	0.003	-0.007				
9	1	0.40	4.20	-4.20	4.20	17.64	17.64	0.004	-0.007				
10	1	0.40	5.40	-4.20	5.40	29.16	17.64	0.006	-0.007				
11	2	1.60	-5.40	-3.00	-5.40	29.16	9.00	-0.006	-0.005				
12	2	1.60	-4.20	-3.00	-4.20	17.64	9.00	-0.004	-0.005				
13	2	1.60	-3.00	-3.00	-3.00	9.00	9.00	-0.003	-0.005				
14	2	1.60	-1.80	-3.00	-1.80	3.24	9.00	-0.002	-0.005				
15	2	1.60	-0.60	-3.00	-0.60	0.36	9.00	-0.001	-0.005				
16	2	1.60	0.60	-3.00	0.60	0.36	9.00	0.001	-0.005				
17	2	1.60	1.80	-3.00	1.80	3.24	9.00	0.002	-0.005				
18	2	1.60	3.00	-3.00	3.00	9.00	9.00	0.003	-0.005				
19	2	1.60	4.20	-3.00	4.20	17.64	9.00	0.004	-0.005				
20	2	1.60	5.40	-3.00	5.40	29.16	9.00	0.006	-0.005				
21	3	2.80	-5.40	-1.80	-5.40	29.16	3.24	-0.006	-0.003				
22	3	2.80	-4.20	-1.80	-4.20	17.64	3.24	-0.004	-0.003				
23	3	2.80	-3.00	-1.80	-3.00	9.00	3.24	-0.003	-0.003				
24	3	2.80	-1.80	-1.80	-1.80	3.24	3.24	-0.002	-0.003				
25	3	2.80	-0.60	-1.80	-0.60	0.36	3.24	-0.001	-0.003				
26	3	2.80	0.60	-1.80	0.60	0.36	3.24	0.001	-0.003				
27	3	2.80	1.80	-1.80	1.80	3.24	3.24	0.002	-0.003				
28	3	2.80	3.00	-1.80	3.00	9.00	3.24	0.003	-0.003				
29	3	2.80	4.20	-1.80	4.20	17.64	3.24	0.004	-0.003				
30	3	2.80	5.40	-1.80	5.40	29.16	3.24	0.006	-0.003				
31	4	4.00	-5.40	-0.60	-5.40	29.16	0.36	-0.006	-0.001				
32	4	4.00	-4.20	-0.60	-4.20	17.64	0.36	-0.004	-0.001				
33	4	4.00	-3.00	-0.60	-3.00	9.00	0.36	-0.003	-0.001				
34	4	4.00	-1.80	-0.60	-1.80	3.24	0.36	-0.002	-0.001				
35	4	4.00	-0.60	-0.60	-0.60	0.36	0.36	-0.001	-0.001				
36	4	4.00	0.60	-0.60	0.60	0.36	0.36	0.001	-0.001				
37	4	4.00	1.80	-0.60	1.80	3.24	0.36	0.002	-0.001				
38	4	4.00	3.00	-0.60	3.00	9.00	0.36	0.003	-0.001				
39	4	4.00	4.20	-0.60	4.20	17.64	0.36	0.004	-0.001				
40	4	4.00	5.40	-0.60	5.40	29.16	0.36	0.006	-0.001				
41	5	5.20	-5.40	0.60	-5.40	29.16	0.36	-0.006	0.001				
42	5	5.20	-4.20	0.60	-4.20	17.64	0.36	-0.004	0.001				
43	5	5.20	-3.00	0.60	-3.00	9.00	0.36	-0.003	0.001				
44	5	5.20	-1.80	0.60	-1.80	3.24	0.36	-0.002	0.001				
45	5	5.20	-0.60	0.60	-0.60	0.36	0.36	-0.001	0.001				
46	5	5.20	0.60	0.60	0.60	0.36	0.36	0.001	0.001				
47	5	5.20	1.80	0.60	1.80	3.24	0.36	0.002	0.001				
48	5	5.20	3.00	0.60	3.00	9.00	0.36	0.003	0.001				
49	5	5.20	4.20	0.60	4.20	17.64	0.36	0.004	0.001				
50	5	5.20	5.40	0.60	5.40	29.16	0.36	0.006	0.001				
51	6	6.40	-5.40	1.80	-5.40	29.16	3.24	-0.006	0.003				
52	6	6.40	-4.20	1.80	-4.20	17.64	3.24	-0.004	0.003				
53	6	6.40	-3.00	1.80	-3.00	9.00	3.24	-0.003	0.003				
54	6	6.40	-1.80	1.80	-1.80	3.24	3.24	-0.002	0.003				
55	6	6.40	-0.60	1.80	-0.60	0.36	3.24	-0.001	0.003				
56	6	6.40	0.60	1.80	0.60	0.36	3.24	0.001	0.003				
57	6	6.40	1.80	1.80	1.80	3.24	3.24	0.002	0.003				
58	6	6.40	3.00	1.80	3.00	9.00	3.24	0.003	0.003				
59	6	6.40	4.20	1.80	4.20	17.64	3.24	0.004	0.003				
60	6	6.40	5.40	1.80	5.40	29.16	3.24	0.006	0.003				
61	7	7.60	-5.40	3.00	-5.40	29.16	9.00	-0.006	0.005				
62	7	7.60	-4.20	3.00	-4.20	17.64	9.00	-0.004	0.005				
63	7	7.60	-3.00	3.00	-3.00	9.00	9.00	-0.003	0.005				

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

64	7	7.60	-1.80	3.00	-1.80	3.24	9.00	-0.002	0.005
65	7	7.60	-0.60	3.00	-0.60	0.36	9.00	-0.001	0.005
66	7	7.60	0.60	3.00	0.60	0.36	9.00	0.001	0.005
67	7	7.60	1.80	3.00	1.80	3.24	9.00	0.002	0.005
68	7	7.60	3.00	3.00	3.00	9.00	9.00	0.003	0.005
69	7	7.60	4.20	3.00	4.20	17.64	9.00	0.004	0.005
70	7	7.60	5.40	3.00	5.40	29.16	9.00	0.006	0.005
71	8	8.80	-5.40	4.20	-5.40	29.16	17.64	-0.006	0.007
72	8	8.80	-4.20	4.20	-4.20	17.64	17.64	-0.004	0.007
73	8	8.80	-3.00	4.20	-3.00	9.00	17.64	-0.003	0.007
74	8	8.80	-1.80	4.20	-1.80	3.24	17.64	-0.002	0.007
75	8	8.80	-0.60	4.20	-0.60	0.36	17.64	-0.001	0.007
76	8	8.80	0.60	4.20	0.60	0.36	17.64	0.001	0.007
77	8	8.80	1.80	4.20	1.80	3.24	17.64	0.002	0.007
78	8	8.80	3.00	4.20	3.00	9.00	17.64	0.003	0.007
79	8	8.80	4.20	4.20	4.20	17.64	17.64	0.004	0.007
80	8	8.80	5.40	4.20	5.40	29.16	17.64	0.006	0.007
80	8					950.40	604.80		

CARICO ASSIALE		S.L.U.																	
PALO	FILA	q1										q3							
1	1	228	228	220	220	247	247	251	251	232	232	226	226	250	250	253	253		
2	1	230	230	223	223	245	245	248	248	234	234	229	229	248	248	250	250		
3	1	232	232	227	227	243	243	244	244	236	236	232	232	246	246	247	247		
4	1	234	234	230	230	241	241	241	241	238	238	235	235	245	245	244	244		
5	1	236	236	234	234	240	240	238	238	240	240	239	239	243	243	242	242		
6	1	238	238	238	238	238	238	234	234	242	242	242	242	241	241	239	239		
7	1	240	240	241	241	236	236	231	231	244	244	245	245	240	240	236	236		
8	1	242	242	245	245	234	234	228	228	246	246	248	248	238	238	233	233		
9	1	244	244	249	249	232	232	224	224	248	248	251	251	236	236	230	230		
10	1	247	247	252	252	231	231	221	221	250	250	254	254	235	235	227	227		
11	2	266	266	257	257	285	285	288	288	266	266	259	259	284	284	286	286		
12	2	268	268	260	260	283	283	285	285	268	268	262	262	282	282	283	283		
13	2	270	270	264	264	282	282	281	281	270	270	265	265	281	281	280	280		
14	2	272	272	268	268	280	280	278	278	272	272	268	268	279	279	277	277		
15	2	274	274	271	271	278	278	275	275	274	274	272	272	277	277	275	275		
16	2	276	276	275	275	276	276	271	271	276	276	275	275	276	276	272	272		
17	2	278	278	278	278	274	274	268	268	278	278	278	278	274	274	269	269		
18	2	280	280	282	282	273	273	265	265	280	280	281	281	272	272	266	266		
19	2	282	282	286	286	271	271	261	261	282	282	284	284	270	270	263	263		
20	2	284	284	289	289	269	269	258	258	284	284	287	287	269	269	260	260		
21	3	303	303	294	294	324	324	325	325	299	299	292	292	318	318	319	319		
22	3	305	305	297	297	322	322	322	322	301	301	295	295	316	316	316	316		
23	3	307	307	301	301	320	320	318	318	303	303	298	298	315	315	313	313		
24	3	310	310	305	305	318	318	315	315	305	305	302	302	313	313	311	311		
25	3	312	312	308	308	317	317	312	312	307	307	305	305	311	311	308	308		
26	3	314	314	312	312	315	315	308	308	309	309	308	308	310	310	305	305		
27	3	316	316	315	315	313	313	305	305	311	311	311	311	308	308	302	302		
28	3	318	318	319	319	311	311	302	302	313	313	314	314	306	306	299	299		
29	3	320	320	323	323	309	309	298	298	315	315	317	317	305	305	296	296		
30	3	322	322	326	326	308	308	295	295	317	317	320	320	303	303	293	293		
31	4	341	341	331	331	362	362	362	362	333	333	325	325	352	352	352	352		
32	4	343	343	334	334	361	361	359	359	335	335	328	328	351	351	349	349		
33	4	345	345	338	338	359	359	355	355	337	337	332	332	349	349	347	347		
34	4	347	347	342	342	357	357	352	352	339	339	335	335	347	347	344	344		
35	4	349	349	345	345	355	355	349	349	341	341	338	338	346	346	341	341		
36	4	351	351	349	349	353	353	345	345	343	343	341	341	344	344	338	338		
37	4	354	354	352	352	352	352	342	342	345	345	344	344	342	342	335	335		
38	4	356	356	356	356	350	350	339	339	347	347	347	347	341	341	332	332		
39	4	358	358	360	360	348	348	335	335	349	349	350	350	339	339	329	329		
40	4	360	360	363	363	346	346	332	332	351	351	354	354	337	337	327	327		
41	5	379	379	368	368	401	401	399	399	367	367	358	358	387	387	385	385		
42	5	381	381	371	371	399	399	396	396	369	369	361	361	385	385	382	382		
43	5	383	383	375	375	397	397	392	392	371	371	365	365	383	383	380	380		
44	5	385	385	379	379	396	396	389	389	373	373	368	368	382	382	377	377		
45	5	387	387	382	382	394	394	386	386	375	375	371	371	380	380	374	374		
46	5	389	389	386	386	392	392	382	382	377	377	374	374	378	378	371	371		
47	5	391	391	390	390	390	390	379	379	379	379	377	377	377	377	368	368		
48	5	393	393	393	393	388	388	376	376	380	380	380	380	375	375	365	365		
49	5	395	395	397	397	387	387	372	372	382	382	383	383	373	373	363	363		
50	5	398	398	400	400	385	385	369	369	384	384	387	387	371	371	360	360		
51	6	417	417	405	405	439	439	436	436	400	400	391	391	421	421	418	418		
52	6	419	419	408	408	438	438	433	433	402	402	395	395	419	419	416	416		
53	6	421	421	412	412	436	436	429	429	404	404	398	398	418	418	413	413		
54	6	423	423	416	416	434	434	426	426	406	406	401	401	416	416	410	410		
55	6	425	425	419	419	432	432	423	423	408	408	404	404	414	414	407	407		
56	6	427	427	423	423	431	431	419	419	410	410	407	407	412	412	404	404		
57	6	429	429	427	427	429	429	416	416	412	412	410	410	411	411	401	401		
58	6	431	431	430	430	427	427	413	413	414	414	413	413	409	409	398	398		
59	6	433	433	434	434	425	425	409	409	416	416	417	417	407	407	396	396		
60	6	435	435	437	437	423	423	406	406	418	418	420	420	406	406	393	393		
61	7	454	454	442	442	478	478	473	473	434	434	425	425	455	455	452	452		
62	7	456	456	445	445	476	476	470	470	436	436	428	428	453	453	449	449		
63	7	458	458	449	449	474	474	466	466	438	438	431	431	452	452	446	446		
64	7	461	461	453	453	473	473	463	463	440	440	434	434	450	450	443	443		
65	7	463	463	456	456	471	471	460	460	442	442	437	437	448	448	440	440		
66	7	465	465	460	460	469	469	456	456	444	444	440	440	447	447	437	437		
67	7	467	467	464	464	467	467	453	453	446	446	443	443	445	445	434	434		
68	7	469	469	467	467	466	466	450	450	448	448	447	447	443	443	432	432		
69	7	471	471	471	471	464	464	446	446	450	450	450	450	442	442	429	429		
70	7	473	473	474	474	462	462	443	443	452	452	453	453	440	440	426	426		
71	8	492	492	479	479	517	517	510	510	468	468	458	458	489	489	485	485		
72	8	494	494	482	482	515	515	507	507	469	469	461	461	488	488	482	482		
73	8	496	496	486	486	513	513	504	504	471	471	464	464	486	486	479	479		
74	8	498	498	490	490	511	511	500	500	473	473	467	467	484	484	476	476		
75	8	500	500	493	493	509	509	497	497	475	475	470	470	483	483	473	473		
76	8	502	502	497	497	508	508	494	494	477	477	473	473	481	481	470	470		
77	8	504	504	501	501	506	506	490	490	479	479	477	477	479	479	468	468		
78	8	507	507	504	504	504	504	487	487	481	481	480	480	478	478	465	465		
79	8	509	509	508	508	502	502	484	484	483	483	483	483	476	476	462	462		
80	8	511	511	512	512	501	501	480	480	485	485	486	486	474	474	459	459		
Nmax		511	511	512	512	517	517	510	510	485	485	486	486	489	489	485	485		
Nmin		228	228	220	220	231	231	221	221	232	232	226	226	235	235	227	227		
TAGLIO																			
taglio Vx		115	115	115	115	115	115	115	115	111	111	111	111	111	111	111	111		
taglio Vy		1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1		



S.L.U.										S.L.V.					
CARICO ASSIALE										E.x		E.y		E.z	
PALO q7															
1	1	232	232	226	226	250	250	253	253	112	118	222	229	246	266
2	1	234	234	229	229	248	248	250	250	115	121	232	238	249	269
3	1	236	236	232	232	246	246	247	247	118	124	242	248	252	272
4	1	238	238	235	235	245	245	244	244	121	127	252	258	255	275
5	1	240	240	239	239	243	243	242	242	124	130	262	268	258	278
6	1	242	242	242	242	241	241	239	239	127	133	271	277	261	281
7	1	244	244	245	245	240	240	236	236	130	136	281	287	264	284
8	1	246	246	248	248	238	238	233	233	133	139	291	297	267	287
9	1	248	248	251	251	236	236	230	230	136	142	301	307	270	290
10	1	250	250	254	254	235	235	227	227	139	145	310	317	273	293
11	2	266	266	259	259	284	284	286	286	145	150	215	220	240	256
12	2	268	268	262	262	282	282	283	283	148	153	225	230	243	259
13	2	270	270	265	265	281	281	280	280	151	156	235	240	246	262
14	2	272	272	268	268	279	279	277	277	154	159	245	249	249	265
15	2	274	274	272	272	277	277	275	275	157	162	254	259	252	268
16	2	276	276	275	275	276	276	272	272	160	165	264	269	255	271
17	2	278	278	278	278	274	274	269	269	163	168	274	279	258	274
18	2	280	280	281	281	272	272	266	266	166	171	284	289	261	277
19	2	282	282	284	284	270	270	263	263	169	174	294	298	264	280
20	2	284	284	287	287	269	269	260	260	172	177	303	308	267	283
21	3	299	299	292	292	318	318	319	319	178	182	208	212	234	246
22	3	301	301	295	295	316	316	316	316	181	185	218	221	237	249
23	3	303	303	298	298	315	315	313	313	184	188	228	231	241	252
24	3	305	305	302	302	313	313	311	311	187	191	237	241	244	255

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

## Dati e risoluzione della palificata

25	3	307	307	305	305	311	311	308	308	190	194	247	251	247	258
26	3	309	309	308	308	310	310	305	305	193	197	257	261	250	261
27	3	311	311	311	311	308	308	302	302	196	200	267	270	253	264
28	3	313	313	314	314	306	306	299	299	199	203	277	280	256	267
29	3	315	315	317	317	305	305	296	296	202	206	286	290	259	270
30	3	317	317	320	320	303	303	293	293	205	209	296	300	262	273
31	4	333	333	325	325	352	352	352	352	211	214	201	203	229	236
32	4	335	335	328	328	351	351	349	349	214	217	211	213	232	239
33	4	337	337	332	332	349	349	347	347	217	220	221	223	235	242
34	4	339	339	335	335	347	347	344	344	220	223	230	233	238	245
35	4	341	341	338	338	346	346	341	341	223	226	240	242	241	248
36	4	343	343	341	341	344	344	338	338	226	229	250	252	244	251
37	4	345	345	344	344	342	342	335	335	229	232	260	262	247	254
38	4	347	347	347	347	341	341	332	332	232	235	269	272	250	257
39	4	349	349	350	350	339	339	329	329	235	238	279	282	253	261
40	4	351	351	354	354	337	337	327	327	238	241	289	291	256	264
41	5	367	367	358	358	387	387	385	385	245	246	194	195	223	227
42	5	369	369	361	361	385	385	382	382	248	249	204	205	226	230
43	5	371	371	365	365	383	383	380	380	251	252	213	214	229	233
44	5	373	373	368	368	382	382	377	377	254	255	223	224	232	236
45	5	375	375	371	371	380	380	374	374	257	258	233	234	235	239
46	5	377	377	374	374	378	378	371	371	260	261	243	244	238	242
47	5	379	379	377	377	377	377	368	368	263	264	253	254	241	245
48	5	380	380	380	380	375	375	365	365	266	267	262	263	244	248
49	5	382	382	383	383	373	373	363	363	269	270	272	273	247	251
50	5	384	384	387	387	372	372	360	360	272	273	282	283	250	254
51	6	400	400	391	391	421	421	418	418	278	277	187	186	218	217
52	6	402	402	395	395	419	419	416	416	281	280	197	196	221	220
53	6	404	404	398	398	418	418	413	413	284	283	206	206	224	223
54	6	406	406	401	401	416	416	410	410	287	287	216	216	227	226
55	6	408	408	404	404	414	414	407	407	290	290	226	226	230	229
56	6	410	410	407	407	412	412	404	404	293	293	236	235	233	232
57	6	412	412	410	410	411	411	401	401	296	296	245	245	236	235
58	6	414	414	413	413	409	409	398	398	299	299	255	255	239	238
59	6	416	416	417	417	407	407	396	396	302	302	265	265	242	241
60	6	418	418	420	420	406	406	393	393	305	305	275	275	245	244
61	7	434	434	425	425	455	455	452	452	311	309	180	178	212	207
62	7	436	436	428	428	453	453	449	449	314	312	189	188	215	210
63	7	438	438	431	431	452	452	446	446	317	315	199	198	218	213
64	7	440	440	434	434	450	450	443	443	320	318	209	207	221	216
65	7	442	442	437	437	448	448	440	440	323	321	219	217	224	219
66	7	444	444	440	440	447	447	437	437	326	324	229	227	227	222
67	7	446	446	443	443	445	445	434	434	329	327	238	237	230	225
68	7	448	448	447	447	443	443	432	432	332	330	248	247	233	228
69	7	450	450	450	450	442	442	429	429	335	334	258	256	236	231
70	7	452	452	453	453	440	440	426	426	338	337	268	266	239	234
71	8	468	468	458	458	489	489	485	485	344	341	172	170	206	197
72	8	469	469	461	461	488	488	482	482	347	344	182	179	209	200
73	8	471	471	464	464	486	486	479	479	350	347	192	189	212	203
74	8	473	473	467	467	484	484	476	476	353	350	202	199	215	206
75	8	475	475	470	470	483	483	473	473	356	353	212	209	218	209
76	8	477	477	473	473	481	481	470	470	359	356	221	219	221	212
77	8	479	479	477	477	479	479	468	468	362	359	231	228	224	215
78	8	481	481	480	480	478	478	465	465	365	362	241	238	227	218
79	8	483	483	483	483	476	476	462	462	368	365	251	248	230	221
80	8	485	485	486	486	474	474	459	459	371	368	261	258	233	224
Nmax		485	485	486	486	489	489	485	485	371	368	310	317	273	293
Nmin		232	232	226	226	235	235	227	227	112	118	172	170	206	197
TAGLIO															
taglio Vx		111	111	111	111	111	111	111	111	70	70	22	22	22	22
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	6	6	18	18	6	6
V		111	111	111	111	111	111	111	111	70	70	28	28	22	22

		S.L.E.car																	
CARICO ASSIALE		q1									q3								
PALO																			
1	1	169	169	163	163	182	182	185	185	172	172	167	167	184	184	186	186		
2	1	170	170	165	165	181	181	183	183	173	173	170	170	183	183	184	184		
3	1	172	172	168	168	179	179	180	180	175	175	172	172	182	182	182	182		
4	1	173	173	171	171	178	178	178	178	176	176	174	174	181	181	180	180		
5	1	175	175	173	173	177	177	176	176	177	177	176	176	180	180	178	178		
6	1	176	176	176	176	176	176	173	173	179	179	179	179	178	178	176	176		
7	1	177	177	178	178	175	175	171	171	180	180	181	181	177	177	174	174		
8	1	179	179	181	181	173	173	168	168	182	182	183	183	176	176	172	172		
9	1	180	180	183	183	172	172	166	166	183	183	185	185	175	175	170	170		
10	1	182	182	186	186	171	171	164	164	184	184	187	187	174	174	168	168		
11	2	197	197	190	190	210	210	213	213	197	197	192	192	210	210	211	211		
12	2	198	198	193	193	209	209	210	210	198	198	194	194	208	208	209	209		
13	2	200	200	195	195	208	208	208	208	200	200	197	197	207	207	207	207		
14	2	201	201	198	198	207	207	205	205	201	201	199	199	206	206	205	205		
15	2	203	203	201	201	206	206	203	203	202	202	201	201	205	205	203	203		
16	2	204	204	203	203	204	204	201	201	204	204	203	203	204	204	201	201		
17	2	206	206	206	206	203	203	198	198	205	205	205	205	203	203	199	199		
18	2	207	207	208	208	202	202	196	196	207	207	208	208	202	202	197	197		
19	2	208	208	211	211	201	201	194	194	208	208	210	210	200	200	195	195		
20	2	210	210	214	214	200	200	191	191	209	209	212	212	199	199	193	193		
21	3	225	225	218	218	239	239	240	240	222	222	217	217	235	235	236	236		
22	3	226	226	220	220	238	238	238	238	223	223	219	219	234	234	234	234		
23	3	228	228	223	223	237	237	235	235	225	225	221	221	233	233	232	232		
24	3	229	229	226	226	236	236	233	233	226	226	223	223	232	232	230	230		
25	3	231	231	228	228	234	234	231	231	228	228	226	226	230	230	228	228		
26	3	232	232	231	231	233	233	228	228	229	229	228	228	229	229	226	226		
27	3	234	234	233	233	232	232	226	226	230	230	230	230	228	228	224	224		
28	3	235	235	236	236	231	231	224	224	232	232	232	232	227	227	222	222		
29	3	236	236	238	238	229	229	221	221	233	233	234	234	226	226	220	220		
30	3	238	238	241	241	228	228	219	219	234	234	237	237	225	225	218	218		
31	4	253	253	245	245	268	268	268	268	247	247	241	241	260	260	260	260		
32	4	254	254	248	248	267	267	265	265	248	248	244	244	259	259	258	258		
33	4	256	256	251	251	265	265	263	263	250	250	246	246	258	258	256	256		
34	4	257	257	253	253	264	264	261	261	251	251	248	248	257	257	254	254		
35	4	259	259	256	256	263	263	258	258	253	253	250	250	256	256	252	252		
36	4	260	260	258	258	262	262	256	256	254	254	252	252	255	255	250	250		
37	4	262	262	261	261	261	261	253	253	255	255	255	255	254	254	248	248		
38	4	263	263	263	263	259	259	251	251	257	257	257	257	253	253	246	246		
39	4	264	264	266	266	258	258	249	249	258	258	259	259	251	251	244	244		
40	4	266	266	269	269	257	257	246	246	259	259	261	261	250	250	242	242		
41	5	281	281	273	273	297	297	295	295	272	272	266	266	286	286	285	285		
42	5	283	283	276	276	295	295	293	293	273	273	268	268	285	285	283	283		
43	5	284	284	278	278	294	294	290	290	275	275	270	270	284	284	281	281		
44	5	285	285	281	281	293	293	288	288	276	276	273	273	283	283	279	279		
45	5	287	287	283	283	292	292	286	286	278	278	275	275	281	281	277	277		
46	5	288	288	286	286	290	290	283	283	279	279	277	277	280	280	275	275		
47	5	290	290	288	288	289	289	281	281	280	280	279	279	279	279	273	273		

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

## Dati e risoluzione della palificata

48	5	291	291	291	291	288	288	279	279	282	282	282	282	278	278	271	271
49	5	293	293	294	294	287	287	276	276	283	283	284	284	277	277	269	269
50	5	294	294	296	296	286	286	274	274	284	284	286	286	276	276	267	267
51	6	309	309	301	301	325	325	323	323	297	297	291	291	311	311	310	310
52	6	311	311	303	303	324	324	320	320	299	299	293	293	310	310	308	308
53	6	312	312	306	306	323	323	318	318	300	300	295	295	309	309	306	306
54	6	313	313	308	308	322	322	316	316	301	301	297	297	308	308	304	304
55	6	315	315	311	311	320	320	313	313	303	303	299	299	307	307	302	302
56	6	316	316	313	313	319	319	311	311	304	304	302	302	306	306	300	300
57	6	318	318	316	316	318	318	309	309	305	305	304	304	305	305	298	298
58	6	319	319	319	319	317	317	306	306	307	307	306	306	304	304	296	296
59	6	321	321	321	321	316	316	304	304	308	308	308	308	302	302	294	294
60	6	322	322	324	324	314	314	301	301	309	309	311	311	301	301	292	292
61	7	337	337	328	328	354	354	350	350	322	322	315	315	337	337	334	334
62	7	339	339	331	331	353	353	348	348	324	324	317	317	336	336	332	332
63	7	340	340	333	333	351	351	346	346	325	325	320	320	335	335	330	330
64	7	342	342	336	336	350	350	343	343	326	326	322	322	334	334	328	328
65	7	343	343	338	338	349	349	341	341	328	328	324	324	332	332	326	326
66	7	344	344	341	341	348	348	338	338	329	329	326	326	331	331	324	324
67	7	346	346	344	344	347	347	336	336	330	330	329	329	330	330	322	322
68	7	347	347	346	346	345	345	334	334	332	332	331	331	329	329	320	320
69	7	349	349	349	349	344	344	331	331	333	333	333	333	328	328	318	318
70	7	350	350	351	351	343	343	329	329	334	334	335	335	327	327	316	316
71	8	365	365	356	356	383	383	378	378	347	347	340	340	362	362	359	359
72	8	367	367	358	358	381	381	375	375	349	349	342	342	361	361	357	357
73	8	368	368	361	361	380	380	373	373	350	350	344	344	360	360	355	355
74	8	370	370	363	363	379	379	371	371	351	351	347	347	359	359	353	353
75	8	371	371	366	366	378	378	368	368	353	353	349	349	358	358	351	351
76	8	372	372	368	368	376	376	366	366	354	354	351	351	357	357	349	349
77	8	374	374	371	371	375	375	364	364	355	355	353	353	356	356	347	347
78	8	375	375	374	374	374	374	361	361	357	357	355	355	354	354	345	345
79	8	377	377	376	376	373	373	359	359	358	358	358	358	353	353	343	343
80	8	378	378	379	379	372	372	357	357	359	359	360	360	352	352	341	341
Nmax		378	378	379	379	383	383	378	378	359	359	360	360	362	362	359	359
Nmin		169	169	163	163	171	171	164	164	172	172	167	167	174	174	168	168
TAGLIO																	
taglio Vx		85	85	85	85	85	85	85	85	82	82	82	82	82	82	82	82
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		85	85	85	85	85	85	85	85	82	82	82	82	82	82	82	82

CARICO ASSIALE									S.L.E.car								
PALO		q4							q5								
1	1	172	172	167	167	184	184	186	186	169	169	164	164	187	187	190	190
2	1	173	173	170	170	183	183	184	184	171	171	167	167	185	185	187	187
3	1	175	175	172	172	182	182	182	182	173	173	170	170	183	183	184	184
4	1	176	176	174	174	181	181	180	180	175	175	173	173	182	182	181	181
5	1	177	177	176	176	180	180	178	178	177	177	176	176	180	180	179	179
6	1	179	179	179	179	178	178	176	176	179	179	179	179	178	178	176	176
7	1	180	180	181	181	177	177	174	174	181	181	182	182	176	176	173	173
8	1	182	182	183	183	176	176	172	172	183	183	185	185	174	174	171	171
9	1	183	183	185	185	175	175	170	170	185	185	188	188	173	173	168	168
10	1	184	184	187	187	174	174	168	168	187	187	190	190	171	171	165	165
11	2	197	197	192	192	210	210	211	211	194	194	189	189	213	213	214	214
12	2	198	198	194	194	208	208	209	209	196	196	192	192	211	211	211	211
13	2	200	200	197	197	207	207	207	207	198	198	195	195	209	209	209	209
14	2	201	201	199	199	206	206	205	205	200	200	198	198	207	207	206	206
15	2	202	202	201	201	205	205	203	203	202	202	201	201	205	205	203	203
16	2	204	204	203	203	204	204	201	201	204	204	204	204	204	204	201	201
17	2	205	205	205	205	203	203	199	199	206	206	206	206	202	202	198	198
18	2	207	207	208	208	202	202	197	197	208	208	209	209	200	200	195	195
19	2	208	208	210	210	200	200	195	195	210	210	212	212	198	198	193	193
20	2	209	209	212	212	199	199	193	193	212	212	215	215	196	196	190	190
21	3	222	222	217	217	235	235	236	236	219	219	214	214	238	238	239	239
22	3	223	223	219	219	234	234	234	234	221	221	217	217	236	236	236	236
23	3	225	225	221	221	233	233	232	232	223	223	219	219	234	234	233	233
24	3	226	226	223	223	232	232	230	230	225	225	222	222	233	233	231	231
25	3	228	228	226	226	230	230	228	228	227	227	225	225	231	231	228	228
26	3	229	229	228	228	229	229	226	226	229	229	228	228	229	229	225	225
27	3	230	230	230	230	228	228	224	224	231	231	231	231	227	227	223	223
28	3	232	232	232	232	227	227	222	222	233	233	234	234	225	225	220	220
29	3	233	233	234	234	226	226	220	220	235	235	237	237	224	224	217	217
30	3	234	234	237	237	225	225	218	218	237	237	240	240	222	222	215	215
31	4	247	247	241	241	260	260	260	260	244	244	238	238	264	264	263	263
32	4	248	248	244	244	259	259	258	258	246	246	241	241	262	262	261	261
33	4	250	250	246	246	258	258	256	256	248	248	244	244	260	260	258	258
34	4	251	251	248	248	257	257	254	254	250	250	247	247	258	258	255	255
35	4	253	253	250	250	256	256	252	252	252	252	250	250	256	256	253	253
36	4	254	254	252	252	255	255	250	250	254	254	253	253	254	254	250	250
37	4	255	255	255	255	254	254	248	248	256	256	256	256	253	253	247	247
38	4	257	257	257	257	253	253	246	246	258	258	259	259	251	251	245	245
39	4	258	258	259	259	251	251	244	244	260	260	261	261	249	249	242	242
40	4	259	259	261	261	250	250	242	242	262	262	264	264	247	247	239	239
41	5	272	272	266	266	286	286	285	285	269	269	263	263	289	289	288	288
42	5	273	273	268	268	285	285	283	283	271	271	266	266	287	287	285	285
43	5	275	275	270	270	284	284	281	281	273	273	269	269	285	285	283	283
44	5	276	276	273	273	283	283	279	279	275	275	272	272	284	284	280	280
45	5	278	278	275	275	281	281	277	277	277	277	275	275	282	282	277	277
46	5	279	279	277	277	280	280	275	275	279	279	277	277	280	280	275	275
47	5	280	280	279	279	279	279	273	273	281	281	280	280	278	278	272	272
48	5	282	282	282	282	278	278	271	271	283	283	283	283	276	276	269	269
49	5	283	283	284	284	277	277	269	269	285	285	286	286	275	275	267	267
50	5	284	284	286	286	276	276	267	267	287	287	289	289	273	273	264	264
51	6	297	297	291	291	311	311	310	310	294	294	288	288	315	315	313	313
52	6	299	299	293	293	310	310	308	308	296	296	290	290	313	313	310	310
53	6	300	300	295	295	309	309	306	306	298	298	293	293	311	311	307	307
54	6	301	301	297	297	308	308	304	304	300	300	296	296	309	309	305	305
55	6	303	303	299	299	307	307	302	302	302	302	299	299	307	307	302	302
56	6	304	304	302	302	306	306	300	300	304	304	302	302	305	305	299	299
57	6	305	305	304	304	305	305	298	298	306	306	305	305	304	304	297	297
58	6	307	307	306	306	304	304	296	296	308	308	308	308	302	302	294	294
59	6	308	308	308	308	302	302	294	294	310	310	311	311	300	300	291	291
60	6	309	309	311	311	301	301	292	292	312	312	314	314	298	298	289	289
61	7	322	322	315	315	337	337	334	334	319	319	312	312	340	340	337	337
62	7	324	324	317	317	336	336	332	332	321	321	315	315	338	338	335	335
63	7	325	325	320	320	335	335	330	330	323	323	318	318	336	336	332	332
64	7	326	326	322	322	334	334	328	328	325	325	321	321	335	335	329	329
65	7	328	328	324	324	332	332	326	326	327	327	324	324	333	333	327	327
66	7	329	329	326	326	331	331	324	324	329	329	327	327	331	331	324	324
67	7	330	330	329	329	330	330	322	322	331	331	330	330	329	329	321	321
68	7	332	332	331	331	329	329	320	320	333	333	332	332	327	327	319	319
69	7	333	333	333	333	328	328	318	318	335	335	335	335	325	325	316	316
70	7	334	334	335	335	327	327	316	316	337	337	338	338	324	324	313	313

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

71	8	347	347	340	340	362	362	359	359	344	344	337	337	365	365	362	362
72	8	349	349	342	342	361	361	357	357	346	346	340	340	364	364	359	359
73	8	350	350	344	344	360	360	355	355	348	348	343	343	362	362	357	357
74	8	351	351	347	347	359	359	353	353	350	350	346	346	360	360	354	354
75	8	353	353	349	349	358	358	351	351	352	352	348	348	358	358	351	351
76	8	354	354	351	351	357	357	349	349	354	354	351	351	356	356	349	349
77	8	355	355	353	353	356	356	347	347	356	356	354	354	355	355	346	346
78	8	357	357	355	355	354	354	345	345	358	358	357	357	353	353	343	343
79	8	358	358	358	358	353	353	343	343	360	360	360	360	351	351	340	340
80	8	359	359	360	360	352	352	341	341	362	362	363	363	349	349	338	338
Nmax		359	359	360	360	362	362	359	359	362	362	363	363	365	365	362	362
Nmin		172	172	167	167	174	174	168	168	169	169	164	164	171	171	165	165
TAGLIO																	
taglio Vx		82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	2	2	2	2	-2	-2	-2	-2
V		82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82

S.L.E.car									
CARICO ASSIALE									
PALO									
q7									
1	1	172	172	167	167	184	184	186	186
2	1	173	173	170	170	183	183	184	184
3	1	175	175	172	172	182	182	182	182
4	1	176	176	174	174	181	181	180	180
5	1	177	177	176	176	180	180	178	178
6	1	179	179	179	179	178	178	176	176
7	1	180	180	181	181	177	177	174	174
8	1	182	182	183	183	176	176	172	172
9	1	183	183	185	185	175	175	170	170
10	1	184	184	187	187	174	174	168	168
11	2	197	197	192	192	210	210	211	211
12	2	198	198	194	194	208	208	209	209
13	2	200	200	197	197	207	207	207	207
14	2	201	201	199	199	206	206	205	205
15	2	202	202	201	201	205	205	203	203
16	2	204	204	203	203	204	204	201	201
17	2	205	205	205	205	203	203	199	199
18	2	207	207	208	208	202	202	197	197
19	2	208	208	210	210	200	200	195	195
20	2	209	209	212	212	199	199	193	193
21	3	222	222	217	217	235	235	236	236
22	3	223	223	219	219	234	234	234	234
23	3	225	225	221	221	233	233	232	232
24	3	226	226	223	223	232	232	230	230
25	3	228	228	226	226	230	230	228	228
26	3	229	229	228	228	229	229	226	226
27	3	230	230	230	230	228	228	224	224
28	3	232	232	232	232	227	227	222	222
29	3	233	233	234	234	226	226	220	220
30	3	234	234	237	237	225	225	218	218
31	4	247	247	241	241	260	260	260	260
32	4	248	248	244	244	259	259	258	258
33	4	250	250	246	246	258	258	256	256
34	4	251	251	248	248	257	257	254	254
35	4	253	253	250	250	256	256	252	252
36	4	254	254	252	252	255	255	250	250
37	4	255	255	255	255	254	254	248	248
38	4	257	257	257	257	253	253	246	246
39	4	258	258	259	259	251	251	244	244
40	4	259	259	261	261	250	250	242	242
41	5	272	272	266	266	286	286	285	285
42	5	273	273	268	268	285	285	283	283
43	5	275	275	270	270	284	284	281	281
44	5	276	276	273	273	283	283	279	279
45	5	278	278	275	275	281	281	277	277
46	5	279	279	277	277	280	280	275	275
47	5	280	280	279	279	279	279	273	273
48	5	282	282	282	282	278	278	271	271
49	5	283	283	284	284	277	277	269	269
50	5	284	284	286	286	276	276	267	267
51	6	297	297	291	291	311	311	310	310
52	6	299	299	293	293	310	310	308	308
53	6	300	300	295	295	309	309	306	306
54	6	301	301	297	297	308	308	304	304
55	6	303	303	299	299	307	307	302	302
56	6	304	304	302	302	306	306	300	300
57	6	305	305	304	304	305	305	298	298
58	6	307	307	306	306	304	304	296	296
59	6	308	308	308	308	302	302	294	294
60	6	309	309	311	311	301	301	292	292
61	7	322	322	315	315	337	337	334	334
62	7	324	324	317	317	336	336	332	332
63	7	325	325	320	320	335	335	330	330
64	7	326	326	322	322	334	334	328	328
65	7	328	328	324	324	332	332	326	326
66	7	329	329	326	326	331	331	324	324
67	7	330	330	329	329	330	330	322	322
68	7	332	332	331	331	329	329	320	320
69	7	333	333	333	333	328	328	318	318
70	7	334	334	335	335	327	327	316	316
71	8	347	347	340	340	362	362	359	359
72	8	349	349	342	342	361	361	357	357
73	8	350	350	344	344	360	360	355	355
74	8	351	351	347	347	359	359	353	353
75	8	353	353	349	349	358	358	351	351
76	8	354	354	351	351	357	357	349	349
77	8	355	355	353	353	356	356	347	347
78	8	357	357	355	355	354	354	345	345
79	8	358	358	358	358	353	353	343	343
80	8	359	359	360	360	352	352	341	341
Nmax		359	359	360	360	362	362	359	359
Nmin		172	172	167	167	174	174	168	168
TAGLIO									
taglio Vx		82	82	82	82	82	82	82	82
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		82	82	82	82	82	82	82	82

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

4	1	178	178	176	176	179	179	179	179	187	187	186	187	187	187
5	1	178	178	177	177	179	179	178	178	187	187	186	187	187	187
6	1	178	178	178	178	179	179	177	177	187	187	187	187	187	187
7	1	179	179	179	179	179	179	176	176	187	187	187	186	187	187
8	1	179	179	180	180	179	179	175	175	187	187	188	186	187	187
9	1	179	179	182	182	179	179	174	174	187	187	188	186	187	187
10	1	180	180	183	183	178	178	173	173	187	187	189	186	187	187
11	2	202	202	197	197	205	205	206	206	202	202	201	204	202	202
12	2	202	202	198	198	205	205	206	206	202	202	201	203	202	202
13	2	202	202	199	199	205	205	205	205	202	202	202	203	202	202
14	2	203	203	200	200	205	205	204	204	202	202	202	203	202	202
15	2	203	203	201	201	204	204	203	203	203	203	202	203	203	203
16	2	203	203	203	203	204	204	202	202	203	203	203	202	203	203
17	2	204	204	204	204	204	204	201	201	203	203	203	202	203	203
18	2	204	204	205	205	204	204	200	200	203	203	204	202	203	203
19	2	204	204	206	206	204	204	199	199	203	203	204	202	203	203
20	2	205	205	207	207	204	204	198	198	203	203	205	202	203	203
21	3	227	227	221	221	230	230	231	231	218	218	217	219	218	218
22	3	227	227	223	223	230	230	230	230	218	218	217	219	218	218
23	3	227	227	224	224	230	230	229	229	218	218	217	219	218	218
24	3	228	228	225	225	230	230	228	228	218	218	218	219	218	218
25	3	228	228	226	226	230	230	227	227	218	218	218	219	218	218
26	3	228	228	227	227	230	230	226	226	219	219	219	218	219	219
27	3	229	229	229	229	230	230	225	225	219	219	219	218	219	219
28	3	229	229	230	230	230	230	224	224	219	219	220	218	219	219
29	3	229	229	231	231	229	229	223	223	219	219	220	218	219	219
30	3	230	230	232	232	229	229	222	222	219	219	220	218	219	219
31	4	252	252	246	246	256	256	256	256	234	234	232	235	234	234
32	4	252	252	247	247	256	256	255	255	234	234	233	235	234	234
33	4	252	252	248	248	256	256	254	254	234	234	233	235	234	234
34	4	253	253	250	250	256	256	253	253	234	234	234	235	234	234
35	4	253	253	251	251	255	255	252	252	234	234	234	234	234	234
36	4	253	253	252	252	255	255	251	251	234	234	235	234	234	234
37	4	254	254	253	253	255	255	250	250	235	235	235	234	235	235
38	4	254	254	254	254	255	255	249	249	235	235	235	234	235	235
39	4	254	254	256	256	255	255	248	248	235	235	236	234	235	235
40	4	255	255	257	257	255	255	247	247	235	235	236	233	235	235
41	5	277	277	271	271	281	281	280	280	250	250	248	251	250	250
42	5	277	277	272	272	281	281	279	279	250	250	249	251	250	250
43	5	277	277	273	273	281	281	278	278	250	250	249	251	250	250
44	5	278	278	274	274	281	281	277	277	250	250	250	251	250	250
45	5	278	278	275	275	281	281	276	276	250	250	250	250	250	250
46	5	278	278	277	277	281	281	275	275	250	250	250	250	250	250
47	5	279	279	278	278	281	281	275	275	250	250	251	250	250	250
48	5	279	279	279	279	281	281	274	274	251	251	251	250	251	251
49	5	279	279	280	280	280	280	273	273	251	251	252	249	251	251
50	5	280	280	281	281	280	280	272	272	251	251	252	249	251	251
51	6	302	302	295	295	307	307	305	305	266	266	264	267	266	266
52	6	302	302	296	296	307	307	304	304	266	266	265	267	266	266
53	6	302	302	298	298	307	307	303	303	266	266	265	267	266	266
54	6	303	303	299	299	307	307	302	302	266	266	265	266	266	266
55	6	303	303	300	300	306	306	301	301	266	266	266	266	266	266
56	6	303	303	301	301	306	306	300	300	266	266	266	266	266	266
57	6	304	304	302	302	306	306	299	299	266	266	267	266	266	266
58	6	304	304	304	304	306	306	298	298	266	266	267	266	266	266
59	6	304	304	305	305	306	306	297	297	266	266	268	265	266	266
60	6	305	305	306	306	306	306	296	296	267	267	268	265	267	267
61	7	327	327	320	320	332	332	330	330	282	282	280	283	282	282
62	7	327	327	321	321	332	332	329	329	282	282	280	283	282	282
63	7	327	327	322	322	332	332	328	328	282	282	281	283	282	282
64	7	328	328	323	323	332	332	327	327	282	282	281	282	282	282
65	7	328	328	325	325	332	332	326	326	282	282	282	282	282	282
66	7	328	328	326	326	332	332	325	325	282	282	282	282	282	282
67	7	329	329	327	327	332	332	324	324	282	282	283	282	282	282
68	7	329	329	328	328	332	332	323	323	282	282	283	281	282	282
69	7	329	329	329	329	331	331	322	322	282	282	283	281	282	282
70	7	330	330	331	331	331	331	321	321	282	282	284	281	282	282
71	8	352	352	344	344	358	358	354	354	297	297	296	299	297	297
72	8	352	352	346	346	358	358	353	353	297	297	296	299	297	297
73	8	352	352	347	347	358	358	352	352	298	298	297	298	298	298
74	8	353	353	348	348	357	357	351	351	298	298	297	298	298	298
75	8	353	353	349	349	357	357	350	350	298	298	298	298	298	298
76	8	353	353	350	350	357	357	349	349	298	298	298	298	298	298
77	8	354	354	352	352	357	357	348	348	298	298	299	298	298	298
78	8	354	354	353	353	357	357	347	347	298	298	299	297	298	298
79	8	354	354	354	354	357	357	346	346	298	298	299	297	298	298
80	8	355	355	355	355	357	357	345	345	298	298	300	297	298	298
Nmax		355	355	355	355	358	358	354	354	298	298	300	299	298	298
Nmin		177	177	172	172	178	178	173	173	186	186	185	186	186	186
TAGLIO															
taglio Vx		82	82	82	82	82	82	82	82	72	72	72	72	72	72
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V		82	82	82	82	82	82	82	82	72	72	72	72	72	72

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI				ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax		517		517	371	383	358	298
Azione assiale minima	Nmin		112		220	112	163	172	186
Azione trasversale massima	Vmax		115	115	70	85	82	72	

LUNGHEZZA LIBERA D'INFESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	Da	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	ta	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	la	m4	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m4	0.0006
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	46632
Lunghezza libera d'infezione	L0	m	1.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI				SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	517	517	371	383	358	298
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	220	112	163	172	186	
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax 1a	kNm	81	49	60	57	50	
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	Mmax 1a	kNm	89	54	66	63	55	
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax 1a	kN	115	70	85	82	72	

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	29887	19602
Carico verticale medio agente sui pali	374	245

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

### 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		2
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	2.00
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.80
copriferro	c	m	0.112
larghezza puntone	b	m	1.20
larghezza collaborante	bt	m	1.20
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	1.89
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	2.38
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_1$		1.40
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	1.18
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_2$		0.69
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	6	26	0.079	3186
secondo strato dal basso	20	6	26	0.145	3186
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	6371

#### VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	516.6	478.0	230.5	1179.2	3013	1606.3
SLU-SIS	371.3	338.1	140.8	819.2	2094	1118.0
				1179.2	3013	1606.3

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	6371	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	2493.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		47%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	9555.0	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		17%	OK!

#### VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	382.6	353.9	170.9	873.3	137

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		38%	OK!

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-FREQUENTE	357.8	332.3	164.0	821.9	129

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		66%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	298.4	282.5	143.4	519.2	81

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		52%	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	4.50
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	3.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	2.10
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	0.90
larghezza sezione di calcolo	b	m	1.20
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		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	20	5	26	0.079	2655
secondo strato dall'alto	10	10	26	0.145	5309
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.123	7964

Armatura inferiore mensola posteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

primo strato dal basso	20	5	26	0.079	2655
secondo strato dal basso	10	10	26	0.145	5309
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.123	7964

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	81.0	397	972.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	273.9	1342	3288.7
sommano			1739.2	4261.1
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	202.9	994	2436.1
sommano			1288.3	3156.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-219.6	-254.5	-287.6	-320.7	-1082	-2720.4
SLU-STR (MAX)	-258.8	-291.9	-326.3	-363.4	-1240	-3140.4
SLU-SIS (MIN)	-111.7	-144.9	-178.1	-201.0	-636	-1535.5
SLU-SIS (MAX)	-316.5	-308.1	-299.7	-291.3	-1216	-3332.9

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	657	1541
SLU-STR (MAX)	499	1121
SLU-SIS (MIN)	653	1621
SLU-SIS (MAX)	73	-177

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	547	1284
SLU-STR (MAX)	416	934
SLU-SIS (MIN)	544	1351
SLU-SIS (MAX)	60	-147

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2043	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	7964	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	5264	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		26%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	222.5	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	7964	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-5264	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		3%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	60.0	294	720.3



## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	202.9	994	2436.1
sommano			<b>1288.3</b>	<b>3156.4</b>

sollecitazioni dovute ai pali	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-162.8	-189.1	-213.7	-238.3	-804	-2019.7
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-190.5	-215.1	-241.1	-268.6	-915	-2315.0

<b>sollecitazioni risultanti</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					<b>484</b>	<b>1137</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					<b>373</b>	<b>841</b>

<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					<b>404</b>	<b>947</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					<b>311</b>	<b>701</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>70</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>20%</b>	<b>OK!</b>
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

<b>VERIFICA SLE-FREQUENTE</b>	<b>fac</b>	<b>p</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
		<b>kN/ml</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	202.9	994	2436.1
sommano			<b>1288.3</b>	<b>3156.4</b>

sollecitazioni dovute ai pali	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-FREQUENTE (MIN)	-172.1	-196.7	-216.5	-232.4	-818	-2087.4
SLE-FREQUENTE (MAX)	-188.6	-207.5	-232.1	-256.7	-885	-2251.9

<b>sollecitazioni risultanti</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-FREQUENTE (MIN)					<b>471</b>	<b>1069</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)					<b>403</b>	<b>904</b>

<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>
SLE-FREQUENTE (MIN)					<b>392</b>	<b>891</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)					<b>336</b>	<b>754</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>66</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2

## LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		34%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	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	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	202.9	994	2436.1
sommano			1288.3	3156.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-186.2	-202.1	-218.0	-233.9	-840	-2173.1
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-187.2	-203.1	-219.0	-234.8	-844	-2183.7

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	448	983
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	444	973

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	373	819
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	370	811

Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa	61			
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)	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		39%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		0%	OK!

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA****Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	f <sub>yd</sub>	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE****Peso proprio spalla**

Peso proprio spalla	Fzg1	kN	379
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-142

**Spinta statica del terreno**

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	321
Momento longitudinale	Myg3	kNm	952

**Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato**

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	76
Momento longitudinale	Myg3	kNm	338

**Azioni sismiche**

parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.073
Coefficiente sismico verticale	kv		0.037

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	8.90

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.071
angolo teta a	θa	deg	4.039
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.076
angolo teta b	θb	deg	4.345
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.313

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	241.8
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	227.1
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	241.8
altezza di applicazione	H	m	4.5
Momento longitudinale	MyDP	kNm	1076.2

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	110
altezza di applicazione	H	m	4.5
Momento longitudinale	MyDP	kNm	490

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	<b>Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)</b>		
Spinta del terreno	Es	kN	242
Momento longitudinale	MyEs	kNm	1076

Forze inerziali (q6.2)Sisma longitudinale

Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	28
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	105

Sisma verticale

Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-14
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	5

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)**

Altezza appoggi + muro frontale	6.75
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	132
g2a	0	53
e4	0	0
e2	0	0
q1a	0	169
q1b	0	148
q1c	0	193
q1d	0	148
q3	0	0
q7a	0	0
q7b	0	0
q9	6	0
Ex	0	0
Ez	0	40

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**
**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

		<b>Fx</b>	<b>Fz</b>	<b>My</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>
g1a	Peso proprio impalcato	0	132	0
g1-sp	Peso proprio spalla	0	379	142
g2a	Perm. portati - impalcato	0	53	0
g3-sp	g3-sp	321	0	-952
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	169	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	148	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	193	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	148	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	76	0	-338
q3	Frenatura	0	0	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0	-37
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0
Ez	Sisma verticale	0	40	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	242	0	-1076
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	28	0	-105
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-14	-5

**COMBINAZIONI DI CARICO**
**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

					<b>S.L.U.</b>											
					<b>q1</b>				<b>q3</b>							
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	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	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	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	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	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	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	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	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	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	0.00	1.01	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	1.20	1.20

					<b>S.L.U.</b>				<b>S.L.V.</b>			
					<b>e3</b>				<b>Ex Ez</b>			
g1a	1.35	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	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	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	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	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	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	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	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	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	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	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	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	0.00
Ex	0.00	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	0.00	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	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	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	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00

					<b>S.L.E.car</b>											
					<b>q1</b>				<b>q3</b>							
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	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	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	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	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	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	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	0.00	0.60	0.00
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	0.60	0.00	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	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	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	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	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	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	1.00	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	1.00	1.00	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	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	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	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	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	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	1.00	1.00	1.00

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

S.L.E.car								
e3								
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	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	1.00
g1-sp	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
g3-sp	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
e2	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	0.50
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q1a	0.75	0.75	0.00	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	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00
q3	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	0.00	0.00
Ez	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
E.2x-sp	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
q9	1.00	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**

S.L.U.										q3							
q1																	
Fx	542	542	542	542	542	542	542	542	542	517	517	517	517	517	517	517	517
Fz	988	988	960	960	1022	1022	960	960	960	931	931	910	910	956	956	910	910
My	-1594	-1594	-1594	-1594	-1594	-1594	-1594	-1594	-1594	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480

S.L.U.										S.L.V.			
q7										E.x		E.z	
Fx	517	517	517	517	517	517	517	517	517	275	275	86	86
Fz	931	931	910	910	956	956	910	910	910	571	555	590	537
My	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1480	-1078	-1074	-255	-244

S.L.E.car										q3							
q1																	
Fx	402	402	402	402	402	402	402	402	402	383	383	383	383	383	383	383	383
Fz	732	732	711	711	757	757	711	711	711	690	690	674	674	708	708	674	674
My	-1185	-1185	-1185	-1185	-1185	-1185	-1185	-1185	-1185	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100

S.L.E.car									
q7									
Fx	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Fz	690	690	674	674	708	708	674	674	674
My	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100

S.L.E.freq										S.L.E.qp	
Fx	383	383	383	383	383	383	383	383	383	326	326
Fz	690	690	674	674	708	708	674	674	674	563	563
My	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-1100	-847	-847

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA****Calcolo e Verifica muro frontale**

Armatura zona tesa muro frontale <b>sezione di larghezza unitaria</b>	passo cm	n.barre 1.0/passc	φ mm	c m	As 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	1594	
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	1078	
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	2527	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	10619	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	6698	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		24%	OK!
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	542	
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	275	

VERIFICHE AGLI SLE-CAR				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	69	
Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		19%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-FR				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	64	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	σlim	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		33%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	49	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	σlim	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		32%	OK!

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	2.90
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	6.55
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.07
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	9.6
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	295.2
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	458.7

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	8.4
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	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	43.5	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	34.1	32.9
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	45.1	70.0
Carico Qik sul paraghiaia	35.7	21.4	64.3
Sisma - forze inerziali	0.0	3.2	4.6
Spinta sismica del terreno	0.0	24.8	35.9

**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 Qik	1.35	0.00
Carico Qik 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 kNm
SLU-STR	91.7	135.8	225.8
SLU-SIS	43.5	28.0	40.5

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1224	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		39%	OK!

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-RARA
Peso proprio	1.00
Spinta statica del terreno	1.00
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	79.2	100.6	167.3

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **113**

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa 360  
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **31%**

**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	70.3	83.9	133.7

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **90**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.30 w2  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **222**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **41%**

**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	43.5	34.1	32.9

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **22**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.20 w1  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **182**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **12%**

**OK!**



**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	8.90
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	$\gamma$		0.55
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f <sub>yd</sub>	MPa	391
Muro con bandiera	band	si	
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = \text{facx} * q * a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = \text{facy} * q * h^2$

N.B. i coefficienti facx e facy 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	72.1
direzione orizzontale	$\gamma$	0.500	0.750
coefficiente facx	facMx	0.134	0.082
coefficiente facVx	facVx	0.462	0.318

Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>xmax</sub>	kNm	213.1
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>xband</sub>	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>xmax</sub>	kN	153.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>xband</sub>	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facy	facMy	0.055	0.090
coefficiente facVy	facVy	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	352.3
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	318.6

**Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali**

larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> alla base	b2	m	7.54
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> alla base	a2	m	8.24
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> alla base	sh2	kPa	4.1

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.3
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facx	facMx	0.351	0.295
coefficiente facVx	facVx	1.105	1.183

Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>x</sub> max	kNm	157.1
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>xband</sub>	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>x</sub> max	kN	105.7
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>xband</sub>	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facx	facMy	0.430	0.351
coefficiente facVy	facVy	1.114	1.043

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	631.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	188.4

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto****Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale		q1	kN/mq	1.83
incremento di spinta delle terre		q2	kN/mq	12.4
pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	14.2
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75	0.55
coefficiente facx	facMx	0.351	0.295	<b>0.34</b>
coefficiente facVx	facVx	1.105	1.183	<b>1.12</b>

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>116.0</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>78.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.55
coefficiente facx	facMy	0.430	0.351	<b>0.414</b>
coefficiente facVy	facVy	1.114	1.043	<b>1.100</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>465.7</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>139.1</b>

**Riepilogo sollecitazioni sul muro**

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	213.1	352.3	153.0	318.6
Spinta sovraccarichi accidentali	157.1	631.0	105.7	188.4
Spinta dovuta al sisma	116.0	465.7	78.0	139.1

**Armatura zona tesa - dir. Orizzontale****sezione di larghezza unitaria**

	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.062	3142
secondo strato	10	10	20	0.112	3142
Armatura effettivamente disposta			20	0.087	<b>6283</b>

**Armatura zona tesa - dir. Verticale****sezione di larghezza unitaria**

	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	24	0.084	4524
secondo strato	10	10	24	0.138	4524
Armatura effettivamente disposta			24	0.111	<b>9048</b>

**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	499.8	1327.5	349.3	684.5
SLU-SIS	329.0	817.9	231.0	457.6

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente dir. Orizzontale

Coefficiente di utilizzo

Afh\_min mmq/ml 1554

Afs mmq 6283

MR\_h kNm/ml 2020

c.u. 25%

OK!

OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente dir. Verticale

Coefficiente di utilizzo

Afh\_min mmq/ml 4240

Afs mmq 9048

MR\_v kNm/ml 2833

c.u. 47%

OK!

OK!

**LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

**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	370.2	983.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	72
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	136

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		20%
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		38%

OK!

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	330.9	825.6

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	64
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	114

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)	$\sigma_{lim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		29%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{lim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		56%	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	213.1	352.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	41
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	49

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)	$\sigma_{lim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		23%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{lim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		30%	OK!

LAVORO: SS127- CV01 - SPALLA SPA  
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

				Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrsv_h	Mrsv_v
Sollecitazioni di calcolo		Var	unità					
Taglio di calcolo		V <sub>Ed</sub>	kN	547.4	542.3	135.8	349.3	684.5
Dati		Var	unità					
Resistenza a compressione cubica caratteristica		f <sub>ck</sub>	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica		f <sub>cd</sub>	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$		$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$		$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo		f <sub>cd</sub>	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura		f <sub>yk</sub>	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio		f <sub>ywd</sub>	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	0.50	1.00
Larghezza/ Diametro		B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo		A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	2.00	1.90	0.60	0.50	1.00
Larghezza anima		b <sub>w</sub>	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro		c	m	0.123	0.109	0.076	0.087	0.111
altezza utile della sezione		d	m	1.88	1.79	0.52	0.41	0.89
Compressione agente nella sezione								
Sforzo normale di calcolo		N <sub>Ed</sub>	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 inneschi nella sezione considerata		A <sub>sl</sub>	mmq	7964	10619	3142	6283	9048
Coefficiente k		k	m	1.33	1.33	1.62	1.70	1.47
v <sub>min</sub>		v <sub>min</sub>		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$		0.00424	0.00593	0.00600	0.01521	0.01018
tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio		V <sub>Rd</sub>	kN	712.7	764.8	272.3	306.9	502.3
				OK	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
Verifica del conglomerato								
Resistenza a taglio del conglomerato		V <sub>Rcd</sub>	kN	10210.9	9743.0	2850.6	2246.7	4836.2
Verifica dell'armatura trasversale								
diametro staffe		f <sub>sw</sub>	mm	24	12	10	12	12
passo staffe		s <sub>cp</sub>	m	1.20	0.40	0.40	0.20	0.20
numero di bracci		n <sub>b</sub>		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)		A <sub>sw</sub>	mmq	1131	283	196	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave		$\alpha$	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha		$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"		V <sub>Rsd</sub>	kN	1557.6	1114.7	226.5	514.1	1106.6
Resistenza a "taglio compressione"		V <sub>Rcd</sub>	kN	5281.2	5039.2	1474.4	1162.0	2501.3
Resistenza a taglio		V <sub>Rd</sub>	kN	1557.6	1114.7	226.5	514.1	1106.6
				OK	OK	OK	OK	OK

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 26 ALLEGATO 15 – SOTTOSTRUTTURE: **SPALLA SPB**

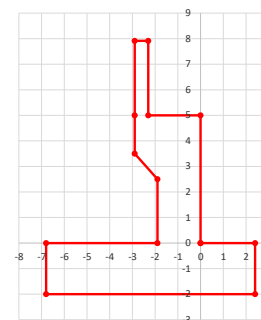
## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## 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)
Paraghiaia - 1	0.60	0.60	10.44	2.92	-2.30	0.00	5.00
Muro frontale - 2	2.90	2.90	10.44	1.50	0.00	0.00	3.50
Muro frontale - 3	2.90	1.90	10.44	1.00	0.00	0.00	2.50
Muro frontale - 4	1.90	1.90	10.44	2.50	0.00	0.00	0.00
Muro risvolto posteriore sx - 1	3.90	3.90	0.50	2.92	-2.90	-4.97	5.00
Muro risvolto posteriore sx - 2	3.90	3.90	0.50	1.50	-2.90	-4.97	3.50
Muro risvolto posteriore sx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.90	-4.72	2.50
Muro risvolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	1.00	2.50	-1.90	-4.72	0.00
Muro risvolto posteriore dx - 1	3.90	3.90	0.50	2.92	-2.90	4.97	5.00
Muro risvolto posteriore dx - 2	3.90	3.90	0.50	1.50	-2.90	4.97	3.50
Muro risvolto posteriore dx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.90	4.72	2.50
Muro risvolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	1.00	2.50	-1.90	4.72	0.00
Cordolo risvolto sx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.90	-4.55	7.67
Cordolo risvolto dx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.90	4.55	7.67



## 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	11.81	2.00	-2.40	0.00

## Caratteristiche geometriche compressive muro frontale (Paraghiaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	7.92
Area sezione trasversale	Afron	mq	13.25
Volume c.a.	Vfron	mc	138.32
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.38
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	3.25
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

## Caratteristiche geometriche compressive elevazione (Paraghiaia+Muro frontale+muri risvolto)

+Cordoli risvolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Volume c.a.	Vele	mc	190.20
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.23
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	3.23

## Caratteristiche geometriche compressive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume c.a.	Vfon	mc	217.30
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

Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	19.0
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 compressive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	3.90	3.90	9.44	2.92	-2.90	0.00	5.00
Rinterro - 2	3.90	3.90	9.44	1.50	-2.90	0.00	3.50
Rinterro - 3	3.90	4.90	8.44	1.00	-1.90	0.00	2.50
Rinterro - 4	4.90	4.90	8.44	2.50	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume rinterro	Vrin	mc	303.07
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.99
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	5.85

## Dati sovraccarico terrapieno

sovraccarico	Q	kN/mq	20.0
--------------	---	-------	------

## AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

## Peso proprio spalla

Peso proprio spalla	Fzg1	kN	10188
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-134
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

## Peso terreno su fondazione

Peso rinterro	Fzg2	kN	5758
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-13755
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

## Spinta statica del terreno

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	4703
Momento longitudinale	Myg3	kNm	15544

## Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	999
Carico verticale	Fzg3	kN	736
Momento longitudinale	Myg3	kNm	3000

## Azioni sismiche

parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore βm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.073

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## Dati e risoluzione della palificata

Coefficiente sismico verticale	kv	0.037		
Fattore di struttura	q	1.00		
Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 2 - no	Tip. spost	1		
<b>Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)</b>				
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	$\psi$	deg	90	
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	$\beta$	deg	0	
angolo d'attrito terra-muro	$\delta$	deg	0	
Altezza del terrapieno	H	m	9.92	
peso specifico del terreno	$\gamma^*$	kN/mc	19.0	
tangente teta a= kh/(1+kv)	$\tan\theta a$		0.071	
angolo teta a	$\theta a$	deg	4.0	
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310	
tangente teta b= kh/(1-kv)	$\tan\theta b$		0.076	
angolo teta b	$\theta b$	deg	4.3	
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.313	
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	3544.8	
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	3328.1	
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	3544.8	
altezza di applicazione	H	kN	4.96	
Momento longitudinale	MyDP	kNm	17573	
<b>Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo</b>				
Condizioni di spinta adottate:				
Spinta del terreno	Es	kN	3545	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	17573	
<b>Forze inerziali</b>				
<b>Sisma longitudinale</b>				
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	1167	
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	4686	
<b>Sisma trasversale</b>				
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	1167	
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	4686	
<b>Sisma verticale</b>				
Forza verticale	FzE.2z	kN	-584	
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	508	
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0	

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)

## AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	7.60
Distanza asse appoggi - asse fondazione	1.20

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	1373	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	556	86
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1763	237
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1563	1087
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1763	-1368
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1307	-2068
q3	Frenatura	890	0	0	1816
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	118	0	241
q5b	Vento Impalcato carico	0	154	0	392
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	58	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	1105	0	0	1547
Ey	Sisma trasversale	0	193	0	342
Ez	Sisma verticale	0	0	350	0

## RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali					
x	=	4.60	coordinata x		
y	=	0.00	coordinata y		
z	=	0.00	coordinata z		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	1373	0
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	10188	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	556	86
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	0	5758	0
g3-sp	spinta statiche del terreno	4703	0	0	-15544
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1763	238
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1563	1088
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1763	-1368
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1307	-2068
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	999	0	736	0
q3	Frenatura	890	0	0	-8581
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	118	0	1134
q5b	Vento Impalcato carico	0	154	0	1559
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	58	0	0	-440
Ex	Sisma longitudinale	1105	0	0	-9945
Ey	Sisma trasversale	0	193	0	1808
Ez	Sisma verticale	0	0	350	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	3545	0	0	-17573
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	1167	0	0	-4686
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	1167	0	4686
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-584	0

## COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

S.L.U.

[illegible]



[illegible][illegible][illegible]

SOLLECITAZIONI SULLA PAGHETTA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO															
S.L.U.								S.L.U.							
q1								q3							
Fx	7767	7767	7767	7767	7767	7767	7767	8632	8632	8632	8632	8632	8632	8632	8632
Fy	138	138	138	138	-138	-138	-138	138	138	138	138	-138	-138	-138	-138
Fz	27506	27506	27236	27236	27506	26890	26890	26662	26662	26460	26662	26662	26621	26201	26201
Mx	1840	1840	2987	2987	-3133	-3133	-4078	1760	1760	2620	2620	-2671	-2671	-3380	-3380
My	-12794	-12794	-12470	-12470	-12794	-12794	-12055	-22651	-22651	-22408	-22408	-22651	-22651	-22097	-22097
S.L.U.								S.L.U.							
q4								q5							
Fx	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430	7430
Fy	138	138	138	138	-138	-138	-138	230	230	230	230	-230	-230	-230	-230
Fz	26662	26662	26460	26460	26662	26662	26201	26662	26662	26460	26662	26662	26621	26201	26201
Mx	1760	1760	2620	2620	-2671	-2671	-3380	2695	2695	3555	3555	-3606	-3606	-4315	-4315
My	-11067	-11067	-10824	-10824	-11067	-11067	-10513	-11067	-11067	-10824	-10824	-11067	-11067	-10513	-10513



LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

Dati e risoluzione della palificata

68	7	7.60	3.00	3.00	3.00	9.00	9.00	0.003	0.005
69	7	7.60	4.20	3.00	4.20	17.64	9.00	0.004	0.005
70	7	7.60	5.40	3.00	5.40	29.16	9.00	0.006	0.005
71	8	8.80	-5.40	4.20	-5.40	29.16	17.64	-0.006	0.007
72	8	8.80	-4.20	4.20	-4.20	17.64	17.64	-0.004	0.007
73	8	8.80	-3.00	4.20	-3.00	9.00	17.64	-0.003	0.007
74	8	8.80	-1.80	4.20	-1.80	3.24	17.64	-0.002	0.007
75	8	8.80	-0.60	4.20	-0.60	0.36	17.64	-0.001	0.007
76	8	8.80	0.60	4.20	0.60	0.36	17.64	0.001	0.007
77	8	8.80	1.80	4.20	1.80	3.24	17.64	0.002	0.007
78	8	8.80	3.00	4.20	3.00	9.00	17.64	0.003	0.007
79	8	8.80	4.20	4.20	4.20	17.64	17.64	0.004	0.007
80	8	8.80	5.40	4.20	5.40	29.16	17.64	0.006	0.007
80	8					950.40	604.80		

CARICO ASSIALE		S.L.U.															
PALO	FILA	q1								q3							
1	1	245	245	237	237	273	273	276	276	166	166	160	160	191	191	193	193
2	1	247	247	241	241	269	269	270	270	168	168	164	164	188	188	189	189
3	1	249	249	244	244	265	265	265	265	170	170	167	167	184	184	185	185
4	1	251	251	248	248	261	261	260	260	173	173	170	170	181	181	180	180
5	1	254	254	252	252	257	257	255	255	175	175	173	173	178	178	176	176
6	1	256	256	256	256	253	253	250	250	177	177	177	177	174	174	172	172
7	1	258	258	260	260	249	249	245	245	179	179	180	180	171	171	168	168
8	1	261	261	263	263	245	245	240	240	182	182	183	183	168	168	163	163
9	1	263	263	267	267	241	241	234	234	184	184	187	187	164	164	159	159
10	1	265	265	271	271	237	237	229	229	186	186	190	190	161	161	155	155
11	2	270	270	262	262	298	298	300	300	211	211	205	205	236	236	237	237
12	2	272	272	265	265	294	294	294	294	213	213	208	208	233	233	233	233
13	2	275	275	269	269	290	290	289	289	215	215	211	211	229	229	229	229
14	2	277	277	273	273	286	286	284	284	218	218	215	215	226	226	224	224
15	2	279	279	277	277	282	282	279	279	220	220	218	218	223	223	220	220
16	2	282	282	280	280	278	278	274	274	222	222	221	221	219	219	216	216
17	2	284	284	284	284	274	274	269	269	224	224	225	225	216	216	211	211
18	2	286	286	288	288	270	270	263	263	226	226	228	228	212	212	207	207
19	2	288	288	292	292	267	267	258	258	229	229	231	231	209	209	203	203
20	2	291	291	296	296	263	263	253	253	231	231	234	234	206	206	199	199
21	3	295	295	286	286	324	324	323	323	256	256	249	249	281	281	281	281
22	3	298	298	290	290	320	320	318	318	258	258	252	252	278	278	277	277
23	3	300	300	294	294	316	316	313	313	260	260	256	256	274	274	272	272
24	3	302	302	298	298	312	312	308	308	263	263	259	259	271	271	268	268
25	3	305	305	301	301	308	308	303	303	265	265	262	262	268	268	264	264
26	3	307	307	305	305	304	304	298	298	267	267	266	266	264	264	260	260
27	3	309	309	309	309	300	300	293	293	269	269	269	269	261	261	255	255
28	3	312	312	313	313	296	296	287	287	271	271	272	272	257	257	251	251
29	3	314	314	317	317	292	292	282	282	274	274	276	276	254	254	247	247
30	3	316	316	320	320	288	288	277	277	276	276	279	279	251	251	243	243
31	4	321	321	311	311	349	349	347	347	301	301	294	294	326	326	325	325
32	4	323	323	315	315	345	345	342	342	303	303	297	297	323	323	321	321
33	4	325	325	319	319	341	341	337	337	305	305	300	300	319	319	316	316
34	4	328	328	322	322	337	337	332	332	307	307	304	304	316	316	312	312
35	4	330	330	326	326	333	333	327	327	310	310	307	307	312	312	308	308
36	4	332	332	330	330	329	329	322	322	312	312	310	310	309	309	303	303
37	4	335	335	334	334	325	325	316	316	314	314	313	313	306	306	299	299
38	4	337	337	338	338	321	321	311	311	316	316	317	317	302	302	295	295
39	4	339	339	341	341	317	317	306	306	319	319	320	320	299	299	291	291
40	4	342	342	345	345	313	313	301	301	321	321	323	323	296	296	286	286
41	5	346	346	336	336	374	374	371	371	346	346	338	338	371	371	369	369
42	5	348	348	340	340	370	370	366	366	348	348	341	341	368	368	364	364
43	5	351	351	343	343	366	366	361	361	350	350	345	345	364	364	360	360
44	5	353	353	347	347	362	362	356	356	352	352	348	348	361	361	356	356
45	5	355	355	351	351	358	358	351	351	355	355	351	351	357	357	352	352
46	5	358	358	355	355	355	355	346	346	357	357	355	355	354	354	347	347
47	5	360	360	358	358	351	351	340	340	359	359	358	358	351	351	343	343
48	5	362	362	362	362	347	347	335	335	361	361	361	361	347	347	339	339
49	5	365	365	366	366	343	343	330	330	364	364	365	365	344	344	334	334
50	5	367	367	370	370	339	339	325	325	366	366	368	368	341	341	330	330
51	6	371	371	361	361	400	400	395	395	391	391	383	383	416	416	412	412
52	6	374	374	364	364	396	396	390	390	393	393	386	386	412	412	408	408
53	6	376	376	368	368	392	392	385	385	395	395	389	389	409	409	404	404
54	6	378	378	372	372	388	388	380	380	397	397	392	392	406	406	400	400
55	6	381	381	376	376	384	384	375	375	400	400	396	396	402	402	395	395
56	6	383	383	379	379	380	380	369	369	402	402	399	399	399	399	391	391
57	6	385	385	383	383	376	376	364	364	404	404	402	402	396	396	387	387
58	6	388	388	387	387	372	372	359	359	406	406	406	406	392	392	383	383
59	6	390	390	391	391	368	368	354	354	408	408	409	409	389	389	378	378
60	6	392	392	395	395	364	364	349	349	411	411	412	412	386	386	374	374
61	7	397	397	385	385	425	425	419	419	436	436	427	427	461	461	456	456
62	7	399	399	389	389	421	421	414	414	438	438	430	430	457	457	452	452
63	7	401	401	393	393	417	417	409	409	440	440	434	434	454	454	448	448
64	7	404	404	397	397	413	413	404	404	442	442	437	437	451	451	444	444
65	7	406	406	400	400	409	409	399	399	445	445	440	440	447	447	439	439
66	7	408	408	404	404	405	405	393	393	447	447	444	444	444	444	435	435
67	7	411	411	408	408	401	401	388	388	449	449	447	447	441	441	431	431
68	7	413	413	412	412	397	397	383	383	451	451	450	450	437	437	426	426
69	7	415	415	416	416	393	393	378	378	453	453	453	453	434	434	422	422
70	7	418	418	419	419	389	389	373	373	456	456	457	457	430	430	418	418
71	8	422	422	410	410	450	450	443	443	481	481	471	471	506	506	500	500
72	8	425	425	414	414	447	447	438	438	483	483	475	475	502	502	496	496
73	8	427	427	418	418	443	443	433	433	485	485	478	478	499	499	492	492
74	8	429	429	421	421	439	439	428	428	487	487	481	481	496	496	487	487
75	8	432	432	425	425	435	435	422	422	489	489	485	485	492	492	483	483
76	8	434	434	429	429	431	431	417	417	492	492	488	488	489	489	479	479
77	8	436	436	433	433	427	427	412	412	494	494	491	491	486	486	475	475
78	8	438	438	436	436	423	423	407	407	496	496	495	495	482	482	470	470
79	8	441	441	440	440	419	419	402	402	498	498	498	498	479	479	466	466
80	8	443	443	444	444	415	415	397	397	501	501	501	501	475	475	462	462
Nmax		443	443	444	444	450	450	443	443	501	501	501	501	506	506	500	500
Nmin		245	245	237	237	237	237	229	229	166	166						

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## Dati e risoluzione della palificata

6	1	258	258	257	257	255	255	252	252	258	258	258	258	254	254	252	252
7	1	260	260	261	261	251	251	248	248	262	262	262	262	250	250	246	246
8	1	262	262	264	264	248	248	244	244	265	265	267	267	245	245	241	241
9	1	264	264	267	267	245	245	240	240	268	268	271	271	240	240	235	235
10	1	266	266	270	270	241	241	235	235	272	272	276	276	236	236	230	230
11	2	268	268	262	262	294	294	295	295	263	263	257	257	299	299	300	300
12	2	271	271	265	265	290	290	290	290	266	266	261	261	294	294	294	294
13	2	273	273	269	269	287	287	286	286	270	270	266	266	290	290	289	289
14	2	275	275	272	272	283	283	282	282	273	273	270	270	285	285	284	284
15	2	277	277	275	275	280	280	277	277	277	277	275	275	281	281	278	278
16	2	279	279	279	279	277	277	273	273	280	280	279	279	276	276	273	273
17	2	282	282	282	282	273	273	269	269	283	283	284	284	272	272	267	267
18	2	284	284	285	285	270	270	265	265	287	287	288	288	267	267	262	262
19	2	286	286	289	289	267	267	260	260	290	290	293	293	262	262	256	256
20	2	288	288	292	292	263	263	256	256	294	294	297	297	258	258	251	251
21	3	290	290	284	284	316	316	315	315	285	285	278	278	321	321	321	321
22	3	293	293	287	287	312	312	311	311	288	288	283	283	316	316	315	315
23	3	295	295	290	290	309	309	307	307	292	292	287	287	312	312	310	310
24	3	297	297	294	294	305	305	303	303	295	295	292	292	307	307	304	304
25	3	299	299	297	297	302	302	298	298	299	299	296	296	303	303	299	299
26	3	301	301	300	300	299	299	294	294	302	302	301	301	298	298	293	293
27	3	304	304	303	303	295	295	290	290	305	305	305	305	294	294	288	288
28	3	306	306	307	307	292	292	286	286	309	309	310	310	289	289	283	283
29	3	308	308	310	310	289	289	281	281	312	312	314	314	284	284	277	277
30	3	310	310	313	313	285	285	277	277	316	316	319	319	280	280	272	272
31	4	312	312	305	305	337	337	336	336	307	307	300	300	343	343	342	342
32	4	315	315	308	308	334	334	332	332	310	310	304	304	338	338	336	336
33	4	317	317	312	312	331	331	328	328	314	314	309	309	334	334	331	331
34	4	319	319	315	315	327	327	323	323	317	317	313	313	329	329	325	325
35	4	321	321	318	318	324	324	319	319	321	321	318	318	325	325	320	320
36	4	323	323	322	322	321	321	315	315	324	324	322	322	320	320	314	314
37	4	326	326	325	325	317	317	311	311	327	327	327	327	315	315	309	309
38	4	328	328	328	328	314	314	306	306	331	331	331	331	311	311	303	303
39	4	330	330	332	332	310	310	302	302	334	334	336	336	306	306	298	298
40	4	332	332	335	335	307	307	298	298	338	338	340	340	302	302	293	293
41	5	334	334	327	327	359	359	357	357	329	329	321	321	365	365	362	362
42	5	336	336	330	330	356	356	353	353	332	332	326	326	360	360	357	357
43	5	339	339	333	333	353	353	349	349	336	336	330	330	356	356	352	352
44	5	341	341	337	337	349	349	344	344	339	339	335	335	351	351	346	346
45	5	343	343	340	340	346	346	340	340	343	343	339	339	347	347	341	341
46	5	345	345	343	343	343	343	336	336	346	346	344	344	342	342	335	335
47	5	348	348	346	346	339	339	332	332	349	349	348	348	337	337	330	330
48	5	350	350	350	350	336	336	327	327	353	353	353	353	333	333	324	324
49	5	352	352	353	353	332	332	323	323	356	356	357	357	328	328	319	319
50	5	354	354	356	356	329	329	319	319	360	360	362	362	324	324	313	313
51	6	356	356	348	348	381	381	378	378	351	351	343	343	387	387	383	383
52	6	358	358	351	351	378	378	374	374	354	354	347	347	382	382	378	378
53	6	361	361	355	355	375	375	369	369	358	358	352	352	378	378	372	372
54	6	363	363	358	358	371	371	365	365	361	361	356	356	373	373	367	367
55	6	365	365	361	361	368	368	361	361	365	365	361	361	368	368	362	362
56	6	367	367	365	365	365	365	357	357	368	368	365	365	364	364	356	356
57	6	370	370	368	368	361	361	352	352	371	371	370	370	359	359	351	351
58	6	372	372	371	371	358	358	348	348	375	375	374	374	355	355	345	345
59	6	374	374	375	375	354	354	344	344	378	378	379	379	350	350	340	340
60	6	376	376	378	378	351	351	340	340	382	382	383	383	346	346	334	334
61	7	378	378	370	370	403	403	399	399	373	373	364	364	409	409	404	404
62	7	380	380	373	373	400	400	395	395	376	376	369	369	404	404	399	399
63	7	383	383	376	376	397	397	390	390	380	380	373	373	400	400	393	393
64	7	385	385	379	379	393	393	386	386	383	383	378	378	395	395	388	388
65	7	387	387	383	383	390	390	382	382	386	386	382	382	390	390	382	382
66	7	389	389	386	386	386	386	378	378	390	390	387	387	386	386	377	377
67	7	392	392	389	389	383	383	373	373	393	393	391	391	381	381	371	371
68	7	394	394	393	393	380	380	369	369	397	397	396	396	377	377	366	366
69	7	396	396	396	396	376	376	365	365	400	400	400	400	372	372	361	361
70	7	398	398	399	399	373	373	360	360	403	403	405	405	368	368	355	355
71	8	400	400	391	391	425	425	420	420	395	395	386	386	431	431	425	425
72	8	402	402	394	394	422	422	415	415	398	398	390	390	426	426	420	420
73	8	405	405	398	398	419	419	411	411	402	402	395	395	422	422	414	414
74	8	407	407	401	401	415	415	407	407	405	405	399	399	417	417	409	409
75	8	409	409	404	404	412	412	403	403	408	408	404	404	412	412	403	403
76	8	411	411	408	408	408	408	398	398	412	412	408	408	408	408	398	398
77	8	413	413	411	411	405	405	394	394	415	415	413	413	403	403	392	392
78	8	416	416	414	414	402	402	390	390	419	419	417	417	399	399	387	387
79	8	418	418	417	417	398	398	386	386	422	422	422	422	394	394	381	381
80	8	420	420	421	421	395	395	381	381	425	425	426	426	390	390	376	376
Nmax		420	420	421	421	425	425	420	420	425	425	426	426	431	431	425	425
Nmin		246	246	241	241	241	241	235	235	241	241	235	235	236	236	230	230
TAGLIO																	
taglio Vx		93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
taglio Vy		2	2	2	2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	-3	-3	-3	-3
V		93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93

S.L.U.										S.L.V.					
CARICO ASSIALE										E.x		E.y		E.z	
PALO										q7					
1	1	246	246	241	241	272	272	274	274	63	68	193	199	213	231
2	1	249	249	244	244	268	268	269	269	65	71	202	207	215	234
3	1	251	251	247	247	265	265	265	265	68	74	210	216	218	237
4	1	253	253	251	251	261	261	261	261	70	76	218	224	220	239
5	1	255	255	254	254	258	258	257	257	73	79	227	232	223	242
6	1	258	258	257	257	255	255	252	252	76	81	235	241	226	244
7	1	260	260	261	261	251	251	248	248	78	84	243	249	228	247
8	1	262	262	264	264	248	248	244	244	81	86	252	257	231	249
9	1	264	264	267	267	245	245	240	240	83	89	260	266	233	252
10	1	266	266	270	270	241	241	235	235	86	91	268	274	236	255
11	2	268	268	262	262	294	294	295	295	105	110	191	196	212	227
12	2	271	271	265	265	290	290	290	290	108	112	199	204	214	229
13	2	273	273	269	269	287	287	286	286	110	115	208	212	217	232
14	2	275	275	272	272	283	283	282	282	113	117	216	221	219	234
15	2	277	277	275	275	280	280	277	277	115	120	224	229	222	237
16	2	279	279	279	279	277	277	273	273	118	122	233	237	225	240
17	2	282	282	282	282	273	273	269	269	121	125	241	245	227	242
18	2	284	284	285	285	270	270	265	265	123	128	249	254	230	245
19	2	286	286	289	289	267	267	260	260	126	130	258	262	232	247
20	2	288	288	292	292	263	263	256	256	128	133	266	270	235	250
21	3	290	290	284	284	316	316	315	315	147	151	189	192	211	222
22	3	293	293	287	287	312	312	311	311	150	153	197	200	213	225
23	3	295	295	290	290	309	309	307	307	153	156	205	209	216	227
24	3	297	297	294	294	305	305	303	303	155	159	214	217	218	230
25	3	299	299	297	297	302	302	298	298	158	161	222	225	221	232
26	3	301	301	300	300	299	299	294	294	160	164	230	234	223	235
27	3	304	304	303	303	295	295	290	290	163	166	239	242	226	237
28	3	306	306	307	307	292	292	286	286	165	169	247	250	229	241

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## Dati e risoluzione della palificata

29	3	308	308	310	310	289	289	281	281	168	171	255	259	231	242
30	3	310	310	313	313	285	285	277	277	171	174	264	267	234	245
31	4	312	312	305	305	337	337	336	336	190	192	186	189	210	217
32	4	315	315	308	308	334	334	332	332	192	195	195	197	212	220
33	4	317	317	312	312	331	331	328	328	195	197	203	205	215	222
34	4	319	319	315	315	327	327	323	323	198	200	211	214	217	225
35	4	321	321	318	318	324	324	319	319	200	202	220	222	220	227
36	4	323	323	322	322	321	321	315	315	203	205	228	230	222	230
37	4	326	326	325	325	317	317	311	311	205	208	236	239	225	233
38	4	328	328	328	328	314	314	306	306	208	210	245	247	227	235
39	4	330	330	332	332	310	310	302	302	210	213	253	255	230	238
40	4	332	332	335	335	307	307	298	298	213	215	261	263	233	240
41	5	334	334	327	327	359	359	357	357	232	233	184	185	208	212
42	5	336	336	330	330	356	356	353	353	235	236	192	193	211	215
43	5	339	339	333	333	353	353	349	349	237	239	201	202	214	218
44	5	341	341	337	337	349	349	344	344	240	241	209	210	216	220
45	5	343	343	340	340	346	346	340	340	242	244	217	218	219	223
46	5	345	345	343	343	343	343	336	336	245	246	226	227	221	225
47	5	348	348	346	346	339	339	332	332	248	249	234	235	224	228
48	5	350	350	350	350	336	336	327	327	250	251	242	243	226	230
49	5	352	352	353	353	332	332	323	323	253	254	250	252	229	233
50	5	354	354	356	356	329	329	319	319	255	257	259	260	232	236
51	6	356	356	348	348	381	381	378	378	275	275	182	182	207	208
52	6	358	358	351	351	378	378	374	374	277	277	190	190	210	210
53	6	361	361	355	355	375	375	369	369	280	280	198	198	212	213
54	6	363	363	358	358	371	371	365	365	282	282	207	207	215	215
55	6	365	365	361	361	368	368	361	361	285	285	215	215	218	218
56	6	367	367	365	365	365	365	357	357	287	287	223	223	220	220
57	6	370	370	368	368	361	361	352	352	290	290	231	232	223	223
58	6	372	372	371	371	358	358	348	348	293	293	240	240	225	226
59	6	374	374	375	375	354	354	344	344	295	295	248	248	228	228
60	6	376	376	378	378	351	351	340	340	298	298	256	256	230	231
61	7	378	378	370	370	403	403	399	399	317	316	179	178	206	203
62	7	380	380	373	373	400	400	395	395	319	318	188	187	209	205
63	7	383	383	376	376	397	397	390	390	322	321	196	195	211	208
64	7	385	385	379	379	393	393	386	386	325	324	204	203	214	211
65	7	387	387	383	383	390	390	382	382	327	326	212	211	217	213
66	7	389	389	386	386	386	386	378	378	330	329	221	220	219	216
67	7	392	392	389	389	383	383	373	373	332	331	229	228	222	218
68	7	394	394	393	393	380	380	369	369	335	334	237	236	224	221
69	7	396	396	396	396	376	376	365	365	337	336	246	245	227	223
70	7	398	398	399	399	373	373	360	360	340	339	254	253	229	226
71	8	400	400	391	391	425	425	420	420	359	357	177	175	205	198
72	8	402	402	394	394	422	422	415	415	362	360	185	183	208	201
73	8	405	405	398	398	419	419	411	411	364	362	194	191	210	203
74	8	407	407	401	401	415	415	407	407	367	365	202	200	213	206
75	8	409	409	404	404	412	412	403	403	370	367	210	208	215	208
76	8	411	411	408	408	408	408	398	398	372	370	218	216	218	211
77	8	413	413	411	411	405	405	394	394	375	373	227	225	221	214
78	8	416	416	414	414	402	402	390	390	377	375	235	233	223	216
79	8	418	418	417	417	398	398	386	386	380	378	243	241	226	219
80	8	420	420	421	421	395	395	381	381	382	380	252	250	228	221
Nmax		420	420	421	421	425	425	420	420	382	380	268	274	236	255
Nmin		246	246	241	241	241	241	235	235	63	68	177	175	205	198
TAGLIO															
taglio Vx		93	93	93	93	93	93	93	93	73	73	23	23	23	23
taglio Vy		2	2	2	2	-2	-2	-2	-2	5	5	17	17	5	5
V		93	93	93	93	93	93	93	93	74	74	28	28	23	23

S.L.E.car																
CARICO ASSIALE		q1								q3						
PALO																
1	1	181	181	176	176	201	201	203	203	123	123	119	119	141	142	202
2	1	183	183	178	178	198	198	200	200	125	125	121	121	138	138	199
3	1	185	185	181	181	196	196	196	196	126	126	124	124	136	136	196
4	1	186	186	184	184	193	193	192	192	128	128	126	126	134	134	193
5	1	188	188	186	186	190	190	188	188	129	129	128	128	131	131	190
6	1	189	189	189	189	187	187	185	185	131	131	131	131	129	129	187
7	1	191	191	192	192	184	184	181	181	132	132	133	133	126	126	184
8	1	193	193	194	194	182	182	177	177	134	134	135	135	124	124	181
9	1	194	194	197	197	179	179	174	174	135	135	138	138	122	122	118
10	1	196	196	200	200	176	176	170	170	137	137	140	140	119	119	175
11	2	200	200	194	194	220	220	221	221	157	157	152	152	174	174	217
12	2	202	202	197	197	217	217	217	217	158	158	154	154	172	172	214
13	2	203	203	199	199	214	214	214	214	160	160	157	157	169	169	211
14	2	205	205	202	202	212	212	210	210	161	161	159	159	167	167	208
15	2	207	207	205	205	209	209	206	206	163	163	161	161	165	165	205
16	2	208	208	207	207	206	206	203	203	164	164	164	164	162	162	202
17	2	210	210	210	210	203	203	199	199	166	166	166	166	160	160	199
18	2	211	211	213	213	200	200	195	195	167	167	168	168	157	157	196
19	2	213	213	215	215	198	198	192	192	169	169	171	171	155	155	193
20	2	215	215	218	218	195	195	188	188	170	170	173	173	153	153	190
21	3	219	219	213	213	239	239	239	239	190	190	185	185	207	207	233
22	3	221	221	215	215	236	236	235	235	191	191	187	187	205	205	230
23	3	222	222	218	218	233	233	231	231	193	193	190	190	203	203	227
24	3	224	224	221	221	231	231	228	228	195	195	192	192	200	200	224
25	3	226	226	223	223	228	228	224	224	196	196	194	194	198	198	221
26	3	227	227	226	226	225	225	220	220	198	198	197	197	196	196	218
27	3	229	229	229	229	222	222	217	217	199	199	199	199	193	193	215
28	3	230	230	231	231	219	219	213	213	201	201	201	201	191	191	212
29	3	232	232	234	234	217	217	209	209	202	202	204	204	189	189	209
30	3	233	233	237	237	214	214	206	206	204	204	206	206	186	186	206
31	4	238	238	231	231	258	258	257	257	223	223	218	218	241	241	248
32	4	240	240	234	234	255	255	253	253	225	225	220	220	238	238	245
33	4	241	241	236	236	252	252	249	249	226	226	223	223	236	236	242
34	4	243	243	239	239	249	249	246	246	228	228	225	225	234	234	239
35	4	244	244	242	242	247	247	242	242	229	229	227	227	231	231	236
36	4	246	246	244	244	244	244	238	238	231	231	230	230	229	229	233
37	4	248	248	247	247	241	241	235	235	232	232	232	232	227	227	230
38	4	249	249	250	250	238	238	231	231	234	234	234	234	224	224	227
39	4	251	251	252	252	235	235	227	227	235	235	237	237	222	222	224
40	4	252	252	255	255	233	233	224	224	237	237	239	239	220	220	221
41	5	257	257	249	249	277	277	274	274	257	257	251	251	274	274	264
42	5	259	259	252	252	274	274	271	271	258	258	253	253	272	272	261
43	5	260	260	255	255	271	271	267	267	260	260	256	256	269	269	258
44	5	262	262	257	257	268	268	263	263	261	261	258	258	267	267	255
45	5	263	263	260	260	266	266	260	260	263	263	260	260	265	265	252
46	5	265	265	263	263	263	263	256	256	264	264	263	263	262	262	249
47	5	267	267	265	265	260	260	252	252	266	266	265	265	260	260	246
48	5	268	268	268	268	257	257	249	249	267	267	267	267	258	258	243
49	5	270	270	271	271	254	254	245	245	269	269	270	270	255	255	248
50	5	271	271	273	273	252	252	241	241	270	270	272	272	253	253	245
51	6	276	276	268	268	296	296	292	292	290	290	284	284	308	308	287

LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

Dati e risoluzione della palificata

52	6	277	277	271	271	293	293	289	289	292	292	286	286	305	305	302	277
53	6	279	279	273	273	290	290	285	285	293	293	289	289	303	303	299	273
54	6	281	281	276	276	287	287	281	281	295	295	291	291	301	301	296	270
55	6	282	282	278	278	284	284	278	278	296	296	293	293	298	298	293	267
56	6	284	284	281	281	282	282	274	274	298	298	296	296	296	296	290	264
57	6	285	285	284	284	279	279	270	270	299	299	298	298	293	293	287	261
58	6	287	287	286	286	276	276	267	267	301	301	300	300	291	291	284	258
59	6	289	289	289	289	273	273	263	263	302	302	303	303	289	289	281	255
60	6	290	290	292	292	270	270	259	259	304	304	305	305	286	286	278	252
61	7	295	295	286	286	315	315	310	310	324	324	317	317	341	341	338	295
62	7	296	296	289	289	312	312	306	306	325	325	319	319	339	339	335	292
63	7	298	298	292	292	309	309	303	303	327	327	322	322	336	336	332	289
64	7	300	300	294	294	306	306	299	299	328	328	324	324	334	334	329	286
65	7	301	301	297	297	303	303	295	295	330	330	326	326	332	332	326	283
66	7	303	303	300	300	301	301	292	292	331	331	329	329	329	329	323	280
67	7	304	304	302	302	298	298	288	288	333	333	331	331	327	327	319	277
68	7	306	306	305	305	295	295	284	284	334	334	333	333	324	324	316	274
69	7	307	307	308	308	292	292	281	281	336	336	336	336	322	322	313	271
70	7	309	309	310	310	289	289	277	277	337	337	338	338	320	320	310	268
71	8	314	314	305	305	333	333	328	328	357	357	350	350	374	374	370	311
72	8	315	315	307	307	331	331	324	324	358	358	352	352	372	372	367	308
73	8	317	317	310	310	328	328	321	321	360	360	355	355	370	370	364	305
74	8	318	318	313	313	325	325	317	317	361	361	357	357	367	367	361	302
75	8	320	320	315	315	322	322	313	313	363	363	359	359	365	365	358	299
76	8	322	322	318	318	319	319	309	309	364	364	362	362	363	363	355	296
77	8	323	323	321	321	317	317	306	306	366	366	364	364	360	360	352	292
78	8	325	325	323	323	314	314	302	302	368	368	366	366	358	358	349	289
79	8	326	326	326	326	311	311	298	298	369	369	369	369	355	355	346	286
80	8	328	328	329	329	308	308	295	295	371	371	371	371	353	353	343	283
Nmax		328	328	329	329	333	333	328	328	371	371	371	371	374	374	370	311
Nmin		181	181	176	176	176	176	170	170	123	123	119	119	119	119	115	175
TAGLIO																	
taglio Vx		72	72	72	72	72	72	72	72	80	80	80	80	80	80	80	69
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		72	72	72	72	72	72	72	72	80	80	80	80	80	80	80	69

CARICO ASSIALE										S.L.E.car							
PALO										q4							
PALO										q5							
1	1	183	183	179	179	200	200	202	202	179	179	175	175	204	204	205	205
2	1	184	184	181	181	198	198	199	199	182	182	178	178	201	201	202	202
3	1	186	186	183	183	196	196	196	196	184	184	181	181	197	197	198	198
4	1	187	187	185	185	193	193	193	193	186	186	184	184	194	194	194	194
5	1	189	189	188	188	191	191	190	190	188	188	187	187	191	191	190	190
6	1	190	190	190	190	188	188	187	187	191	191	191	191	188	188	186	186
7	1	192	192	192	192	186	186	184	184	193	193	194	194	185	185	182	182
8	1	193	193	195	195	184	184	181	181	195	195	197	197	182	182	179	179
9	1	195	195	197	197	181	181	178	178	198	198	200	200	179	179	175	175
10	1	196	196	199	199	179	179	175	175	200	200	203	203	175	175	171	171
11	2	199	199	195	195	217	217	217	217	196	196	191	191	220	220	221	221
12	2	201	201	197	197	214	214	214	214	198	198	194	194	217	217	217	217
13	2	202	202	199	199	212	212	211	211	200	200	197	197	214	214	213	213
14	2	204	204	202	202	210	210	208	208	203	203	200	200	211	211	209	209
15	2	205	205	204	204	207	207	205	205	205	205	203	203	208	208	206	206
16	2	207	207	206	206	205	205	202	202	207	207	207	207	204	204	202	202
17	2	208	208	208	208	202	202	199	199	209	209	210	210	201	201	198	198
18	2	210	210	211	211	200	200	196	196	212	212	213	213	198	198	194	194
19	2	211	211	213	213	198	198	193	193	214	214	216	216	195	195	190	190
20	2	213	213	215	215	195	195	190	190	216	216	219	219	192	192	187	187
21	3	216	216	211	211	233	233	233	233	212	212	207	207	237	237	236	236
22	3	217	217	213	213	231	231	230	230	214	214	210	210	233	233	233	233
23	3	219	219	215	215	228	228	227	227	217	217	213	213	230	230	229	229
24	3	220	220	218	218	226	226	224	224	219	219	216	216	227	227	225	225
25	3	222	222	220	220	224	224	221	221	221	221	219	219	224	224	221	221
26	3	223	223	222	222	221	221	218	218	223	223	223	223	221	221	217	217
27	3	225	225	224	224	219	219	215	215	226	226	226	226	218	218	214	214
28	3	226	226	227	227	216	216	212	212	228	228	229	229	214	214	210	210
29	3	228	228	229	229	214	214	209	209	230	230	232	232	211	211	206	206
30	3	229	229	231	231	212	212	206	206	233	233	235	235	208	208	202	202
31	4	232	232	227	227	249	249	248	248	228	228	223	223	253	253	252	252
32	4	233	233	229	229	247	247	245	245	231	231	226	226	250	250	248	248
33	4	235	235	231	231	245	245	242	242	233	233	229	229	247	247	244	244
34	4	236	236	234	234	242	242	239	239	235	235	232	232	243	243	241	241
35	4	238	238	236	236	240	240	236	236	238	238	235	235	240	240	237	237
36	4	239	239	238	238	238	238	233	233	240	240	239	239	237	237	233	233
37	4	241	241	240	240	235	235	230	230	242	242	242	242	234	234	229	229
38	4	242	242	243	243	233	233	227	227	244	244	245	245	231	231	225	225
39	4	244	244	245	245	230	230	224	224	247	247	248	248	228	228	221	221
40	4	246	246	247	247	228	228	221	221	249	249	251	251	224	224	218	218
41	5	248	248	243	243	266	266	264	264	245	245	239	239	269	269	268	268
42	5	250	250	245	245	263	263	261	261	247	247	242	242	266	266	264	264
43	5	251	251	247	247	261	261	258	258	249	249	245	245	263	263	260	260
44	5	253	253	250	250	259	259	255	255	252	252	248	248	260	260	256	256
45	5	254	254	252	252	256	256	252	252	254	254	251	251	257	257	252	252
46	5	256	256	254	254	254	254	249	249	256	256	255	255	253	253	248	248
47	5	257	257	256	256	252	252	246	246	259	259	258	258	250	250	245	245
48	5	259	259	259	259	249	249	243	243	261	261	261	261	247	247	241	241
49	5	260	260	261	261	247	247	240	240	263	263	264	264	244	244	237	237
50	5	262	262	263	263	244	244	237	237	265	265	267	267	241	241	233	233
51	6	265	265	259	259	282	282	280	280	261	261	255	255	286	286	283	283
52	6	266	266	261	261	280	280	277	277	263	263	258	258	282	282	279	279
53	6	268	268	263	263	277	277	273	273	266	266	261	261	279	279	275	275
54	6	269	269	266	266	275	275	270	270	268	268	264	264	276	276	272	272
55	6	271	271	268	268	273	273	267	267	270	270	267	267	273	273	268	268
56	6	272	272	270	270	270	270	264	264	273	273	271	271	270	270	264	264
57	6	274	274	272	272	268	268	261	261	275	275	274	274	267	267	260	260
58	6	275	275	275	275	266	266	258	258	277	277	277	277	264	264	256	256
59	6	277	277	277	277	263	263	255	255	279	279	280	280	260	260	253	253
60	6	278	278	279	279	261	261	252	252	282	282	283	283	257	257	249	249
61	7	281	281	275	275	298	298	295	295	277	277	271	271	302	302	299	299
62	7	282	282	277	277	296	296	292	292	280	280	274	274	299	299	295	295
63	7	284	284	279	279	294	294	289	289	282	282	277	277	296	296	291	291
64	7	286	286	282	282	291	291	286	286	284	284	280	280	293	293	287	287
65	7	287	287	284	284	289	289	283	283	287	287	283	283	289	289	283	283
66	7	289	289	286	286	287	287	280	280	289	289	287	287	286	286	280	280
67	7	290	290	288	288	284	284	277	277	291	291	290	290	283	283	276	276
68	7	292	292	291	291	282	282	274	274	294	294	293	293	280	280	272	272
69	7	293	293	293	293	279	279	271	271	296	296	296	296	277	277	268	268
70	7	295	295	295	295	277	277	268	268	298	298	299	299	274	274	264	264
71	8	297	297	291	291	315	315	311	311	294	294	287	287	318	318	314	314
72	8	299	299	293	293	312	312	308	308	296	296	290	290	315	315	310	310
73	8	300	300	295	295	310	310	305	305	298	298	293	293	312	312	307	307
74	8	302	302	298	298	308	308	302	302	301	301	296	296	309	309	303	303

LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

Dati e risoluzione della palificata

75	8	303	303	300	300	305	305	299	299	303	303	299	299	306	306	299	299
76	8	305	305	302	302	303	303	296	296	305	305	303	303	303	303	295	295
77	8	306	306	304	304	301	301	292	292	308	308	306	306	299	299	291	291
78	8	308	308	307	307	298	298	289	289	310	310	309	309	296	296	287	287
79	8	309	309	309	309	296	296	286	286	312	312	312	312	293	293	284	284
80	8	311	311	311	311	293	293	283	283	315	315	315	315	290	290	280	280
Nmax		311	311	311	311	315	315	311	311	315	315	315	315	318	318	314	314
Nmin		183	183	179	179	179	179	175	175	179	179	175	175	175	175	171	171
TAGLIO																	
taglio Vx		69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	2	2	2	2	-2	-2	-2	-2
V		69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69

S.L.E car									
q7									
CARICO ASSIALE									
PALO									
1	1	183	183	179	179	200	200	202	202
2	1	184	184	181	181	198	198	199	199
3	1	186	186	183	183	196	196	196	196
4	1	187	187	185	185	193	193	193	193
5	1	189	189	188	188	191	191	190	190
6	1	190	190	190	190	188	188	187	187
7	1	192	192	192	192	186	186	184	184
8	1	193	193	195	195	184	184	181	181
9	1	195	195	197	197	181	181	178	178
10	1	196	196	199	199	179	179	175	175
11	2	199	199	195	195	217	217	217	217
12	2	201	201	197	197	214	214	214	214
13	2	202	202	199	199	212	212	211	211
14	2	204	204	202	202	210	210	208	208
15	2	205	205	204	204	207	207	205	205
16	2	207	207	206	206	205	205	202	202
17	2	208	208	208	208	202	202	199	199
18	2	210	210	211	211	200	200	196	196
19	2	211	211	213	213	198	198	193	193
20	2	213	213	215	215	195	195	190	190
21	3	216	216	211	211	233	233	233	233
22	3	217	217	213	213	231	231	230	230
23	3	219	219	215	215	228	228	227	227
24	3	220	220	218	218	226	226	224	224
25	3	222	222	220	220	224	224	221	221
26	3	223	223	222	222	221	221	218	218
27	3	225	225	224	224	219	219	215	215
28	3	226	226	227	227	216	216	212	212
29	3	228	228	229	229	214	214	209	209
30	3	229	229	231	231	212	212	206	206
31	4	232	232	227	227	249	249	248	248
32	4	233	233	229	229	247	247	245	245
33	4	235	235	231	231	245	245	242	242
34	4	236	236	234	234	242	242	239	239
35	4	238	238	236	236	240	240	236	236
36	4	239	239	238	238	238	238	233	233
37	4	241	241	240	240	235	235	230	230
38	4	242	242	243	243	233	233	227	227
39	4	244	244	245	245	230	230	224	224
40	4	246	246	247	247	228	228	221	221
41	5	248	248	243	243	266	266	264	264
42	5	250	250	245	245	263	263	261	261
43	5	251	251	247	247	261	261	258	258
44	5	253	253	250	250	259	259	255	255
45	5	254	254	252	252	256	256	252	252
46	5	256	256	254	254	254	254	249	249
47	5	257	257	256	256	252	252	246	246
48	5	259	259	259	259	249	249	243	243
49	5	260	260	261	261	247	247	240	240
50	5	262	262	263	263	244	244	237	237
51	6	265	265	259	259	282	282	280	280
52	6	266	266	261	261	280	280	277	277
53	6	268	268	263	263	277	277	273	273
54	6	269	269	266	266	275	275	270	270
55	6	271	271	268	268	273	273	267	267
56	6	272	272	270	270	270	270	264	264
57	6	274	274	272	272	268	268	261	261
58	6	275	275	275	275	266	266	258	258
59	6	277	277	277	277	263	263	255	255
60	6	278	278	279	279	261	261	252	252
61	7	281	281	275	275	298	298	295	295
62	7	282	282	277	277	296	296	292	292
63	7	284	284	279	279	294	294	289	289
64	7	286	286	282	282	291	291	286	286
65	7	287	287	284	284	289	289	283	283
66	7	289	289	286	286	287	287	280	280
67	7	290	290	288	288	284	284	277	277
68	7	292	292	291	291	282	282	274	274
69	7	293	293	293	293	279	279	271	271
70	7	295	295	295	295	277	277	268	268
71	8	297	297	291	291	315	315	311	311
72	8	299	299	293	293	312	312	308	308
73	8	300	300	295	295	310	310	305	305
74	8	302	302	298	298	308	308	302	302
75	8	303	303	300	300	305	305	299	299
76	8	305	305	302	302	303	303	296	296
77	8	306	306	304	304	301	301	292	292
78	8	308	308	307	307	298	298	289	289
79	8	309	309	309	309	296	296	286	286
80	8	311	311	311	311	293	293	283	283
Nmax		311	311	311	311	315	315	311	311
Nmin		183	183	179	179	179	179	175	175
TAGLIO									
taglio Vx		69	69	69	69	69	69	69	69
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		69	69	69	69	69	69	69	69

S.L.freq										S.L.qp	
CARICO ASSIALE											
q1										q7	
PALO										q5	
1	1	188	188	184	184	195	195	197	197	192	192
2	1	188	188	185	185	194	194	195	195	192	192
3	1	189	189	186	186	193	193	193	193	193	193
4	1	189	189	187	187	191	191	191	191	193	193
5	1	189	189	188	188	190	190	189	189	193	193
6	1	190	190	190	190	189	189	187	187	193	193
7	1	190	190	191	191	188	188	185	185	193	193

LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

Dati e risoluzione della palificata

8	1	190	190	192	192	187	187	184	184	193	193	194	192	193	193
9	1	191	191	193	193	185	185	182	182	193	193	194	192	193	193
10	1	191	191	194	194	184	184	180	180	193	193	195	192	193	193
11	2	204	204	200	200	211	211	212	212	201	201	200	202	201	201
12	2	205	205	201	201	210	210	210	210	201	201	200	202	201	201
13	2	205	205	202	202	209	209	208	208	201	201	201	202	201	201
14	2	205	205	203	203	208	208	207	207	201	201	201	202	201	201
15	2	206	206	204	204	207	207	205	205	202	202	201	202	202	202
16	2	206	206	206	206	205	205	203	203	202	202	202	202	201	202
17	2	206	206	207	207	204	204	201	201	202	202	202	201	202	202
18	2	207	207	208	208	203	203	199	199	202	202	203	201	202	202
19	2	207	207	209	209	202	202	197	197	202	202	203	201	202	202
20	2	207	207	210	210	201	201	195	195	202	202	203	201	202	202
21	3	221	221	216	216	228	228	228	228	210	210	209	211	210	210
22	3	221	221	217	217	226	226	226	226	210	210	209	211	210	210
23	3	221	221	218	218	225	225	224	224	210	210	209	211	210	210
24	3	222	222	219	219	224	224	222	222	210	210	210	211	210	210
25	3	222	222	220	220	223	223	220	220	210	210	210	210	210	210
26	3	222	222	222	222	222	222	218	218	210	210	211	210	210	210
27	3	223	223	223	223	221	221	217	217	210	210	211	210	210	210
28	3	223	223	224	224	219	219	215	215	211	211	211	210	211	211
29	3	223	223	225	225	218	218	213	213	211	211	212	210	211	211
30	3	224	224	226	226	217	217	211	211	211	211	212	210	211	211
31	4	237	237	232	232	244	244	243	243	219	219	217	220	219	219
32	4	238	238	233	233	243	243	241	241	219	219	218	220	219	219
33	4	238	238	234	234	242	242	239	239	219	219	218	220	219	219
34	4	238	238	235	235	240	240	238	238	219	219	218	219	219	219
35	4	239	239	236	236	239	239	236	236	219	219	219	219	219	219
36	4	239	239	238	238	238	238	234	234	219	219	219	219	219	219
37	4	239	239	239	239	237	237	232	232	219	219	220	219	219	219
38	4	240	240	240	240	236	236	230	230	219	219	220	219	219	219
39	4	240	240	241	241	235	235	228	228	219	219	220	218	219	219
40	4	240	240	242	242	233	233	227	227	220	220	221	218	220	220
41	5	254	254	248	248	260	260	259	259	227	227	226	229	227	227
42	5	254	254	249	249	259	259	257	257	227	227	226	228	227	227
43	5	254	254	250	250	258	258	255	255	228	228	227	228	228	228
44	5	255	255	251	251	257	257	253	253	228	228	227	228	228	228
45	5	255	255	252	252	256	256	251	251	228	228	228	228	228	228
46	5	255	255	254	254	254	254	249	249	228	228	228	228	228	228
47	5	256	256	255	255	255	253	248	248	228	228	228	228	228	228
48	5	256	256	256	256	252	252	246	246	228	228	229	227	228	228
49	5	256	256	257	257	251	251	244	244	228	228	229	227	228	228
50	5	257	257	258	258	250	250	242	242	228	228	230	227	228	228
51	6	270	270	264	264	277	277	274	274	236	236	235	237	236	236
52	6	270	270	265	265	276	276	272	272	236	236	235	237	236	236
53	6	271	271	266	266	274	274	271	271	236	236	236	237	236	236
54	6	271	271	267	267	273	273	269	269	236	236	236	237	236	236
55	6	271	271	268	268	272	272	267	267	237	237	236	237	237	237
56	6	272	272	270	270	271	271	265	265	237	237	237	236	237	237
57	6	272	272	271	271	270	270	263	263	237	237	237	236	237	237
58	6	272	272	272	272	268	268	261	261	237	237	238	236	237	237
59	6	273	273	273	273	267	267	259	259	237	237	238	236	237	237
60	6	273	273	274	274	266	266	258	258	237	237	238	236	237	237
61	7	286	286	280	280	293	293	290	290	245	245	244	246	245	245
62	7	287	287	281	281	292	292	288	288	245	245	244	246	245	245
63	7	287	287	282	282	291	291	286	286	245	245	244	246	245	245
64	7	287	287	283	283	290	290	284	284	245	245	245	246	245	245
65	7	288	288	284	284	288	288	282	282	245	245	245	245	245	245
66	7	288	288	286	286	287	287	281	281	245	245	246	245	245	245
67	7	288	288	287	287	286	286	279	279	245	245	246	245	245	245
68	7	289	289	288	288	285	285	277	277	246	246	246	245	246	246
69	7	289	289	289	289	284	284	275	275	246	246	247	245	246	246
70	7	289	289	290	290	282	282	273	273	246	246	247	245	246	246
71	8	303	303	296	296	309	309	305	305	254	254	252	255	254	254
72	8	303	303	297	297	308	308	303	303	254	254	253	255	254	254
73	8	303	303	298	298	307	307	302	302	254	254	253	255	254	254
74	8	304	304	299	299	306	306	300	300	254	254	253	254	254	254
75	8	304	304	300	300	305	305	298	298	254	254	254	254	254	254
76	8	304	304	302	302	304	304	296	296	254	254	254	254	254	254
77	8	305	305	303	303	302	302	294	294	254	254	255	254	254	254
78	8	305	305	304	304	301	301	292	292	254	254	255	254	254	254
79	8	305	305	305	305	300	300	291	291	254	254	255	253	254	254
80	8	306	306	306	306	299	299	289	289	255	255	256	253	255	255
Nmax		306	306	306	306	309	309	305	305	255	255	256	255	255	255
Nmin		188	188	184	184	184	184	180	180	192	192	191	192	192	192
TAGLIO															
taglio Vx		69	69	69	69	69	69	69	69	60	60	60	60	60	60
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V		69	69	69	69	69	69	69	69	60	60	60	60	60	60

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	506	506	382	374	309	255
Azione assiale minima	Nmin	63	155	63	115	180	192
Azione trasversale massima	Vmax	108	108	74	80	69	60

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	Da	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	ta	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	la	m4	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m4	0.0006
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	46632
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	1.40

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI

		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	506	382	374	309	255
Sforzo normale minimo	Nmin	155	63	115	180	192
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax 1a	76	52	56	48	42
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	Mmax 1a	83	57	62	53	46
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax 1a	108	74	80	69	60

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	27506	18109
Carico verticale medio agente sui pali	344	226



## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

### 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		2
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	2.00
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.80
copriferro	c	m	0.122
larghezza puntone	b	m	1.20
larghezza collaborante	bt	m	1.20
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	FCK	fck	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.88
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	2.38
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_1$		1.41
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	1.18
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_2$		0.70
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	6	26	0.089	3186
secondo strato dal basso	20	6	26	0.155	3186
terzo strato dal basso		0	26	0.221	0
quarto strato dal basso		0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.122	6371

#### VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	505.8	460.8	215.8	1144.0	2924	1555.2
SLU-SIS	382.4	340.0	147.2	843.8	2156	1147.1
				1144.0	2924	1555.2

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	6371	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	2493.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		46%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	9476.3	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		16%	OK!

#### VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	374.4	341.0	160.0	847.1	133

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		37%	OK!

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-FREQUENTE	309.5	293.1	137.8	712.7	112

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		58%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	254.6	245.8	119.0	441.0	69

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		45%	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	4.50
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	3.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	2.10
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	0.90
larghezza sezione di calcolo	b	m	1.20
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.8
resistenza di calcolo acciaio armatura	f <sub>yd</sub>	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	20	5	26	0.089	2655
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.155	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.221	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.089	2655

Armatura inferiore mensola posteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

primo strato dal basso	20	5	26	0.089	2655
secondo strato dal basso	10	10	26	0.155	5309
Armatura effettivamente disposta			26	0.133	7964

#### VERIFICA SLU

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	81.0	397	972.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	243.6	1194	2924.7
sommano			1590.7	3897.1

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	180.5	884	2166.4
sommano			1178.3	2886.7

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-154.9	-198.7	-242.5	-286.4	-882	-2119.6
SLU-STR (MAX)	-279.0	-299.9	-323.5	-348.9	-1251	-3238.7
SLU-SIS (MIN)	-62.7	-105.1	-147.5	-186.4	-502	-1106.6
SLU-SIS (MAX)	-273.9	-270.4	-266.9	-263.4	-1075	-2922.3

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	708	1777
SLU-STR (MAX)	339	658
SLU-SIS (MIN)	677	1780
SLU-SIS (MAX)	104	-36

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	590	1481
SLU-STR (MAX)	283	549
SLU-SIS (MIN)	564	1483
SLU-SIS (MAX)	86	-30

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2204	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2655	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1787	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		83%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	45	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	7964	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-5236	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		1%	OK!

#### VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	180.5	884	2166.4
sommano			1178.3	2886.7

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-115.0	-147.5	-180.1	-212.7	-655	-1573.8
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-205.4	-221.0	-238.9	-257.8	-923	-2387.3

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	523	1313
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	255	499

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	436	1094
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	213	416

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	240	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	0	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		67%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	180.5	884	2166.4
sommano			1178.3	2886.7

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-179.9	-195.4	-208.5	-217.3	-801	-2087.7
SLE-FREQUENTE (MAX)	-196.5	-212.0	-227.7	-244.0	-880	-2281.7

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	377	799
SLE-FREQUENTE (MAX)	298	605

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	314	666
SLE-FREQUENTE (MAX)	248	504

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	146	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		75%	OK!

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		0%	OK!
<b>VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE</b>			<b>fac</b>	<b>p</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
				<b>kN/ml</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera			1.0	60.0	294	720.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro			1.0	180.5	884	2166.4
sommano					1178.3	2886.7
sollecitazioni dovute ai pali	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-192.3	-201.1	-209.8	-218.6	-822	-2166.4
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-193.3	-202.1	-210.8	-219.6	-826	-2176.9
<b>sollecitazioni risultanti</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					356	720
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					353	710
<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>					<b>V</b>	<b>M</b>
					<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					297	600
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					294	592
Tasso di lavoro armature superiori			sfsup	Mpa	131	
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)	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		85%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		0%	OK!

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità
spessore muro frontale	smur	m 1.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa 391
Classe di esposizione	CIE	XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am	Aggressive

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE**
**Peso proprio spalla**

Peso proprio spalla	Fzg1	kN	331
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-143

**Spinta statica del terreno**

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	254
Momento longitudinale	Myg3	kNm	670

**Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato**

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	68
Momento longitudinale	Myg3	kNm	267

**Azioni sismiche**

parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.073
Coefficiente sismico verticale	kv		0.037

Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 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	7.92

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.071
angolo teta a	θa	deg	4.039
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.076
angolo teta b	θb	deg	4.345
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.313

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	191.3
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	179.6
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	191.3
altezza di applicazione	H	m	4.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	757.0

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	87
altezza di applicazione	H	m	4.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	345

**Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo**

Condizioni di spinta adottate:

**Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)**

Spinta del terreno	Es	kN	191
Momento longitudinale	MyEs	kNm	757

**Forze inerziali (q6.2)**
**Sisma longitudinale**

Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	24
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	79

**Sisma verticale**

Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-12
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	5

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)**

Altezza appoggi + muro frontale	5.60
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	132
g2a	0	53
e4	0	0
e2	0	0
q1a	0	169
q1b	0	150
q1c	0	169
q1d	0	125
q3	85	0
q7a	0	0
q7b	0	0
q9	6	0
Ex	106	0
Ez	0	34

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## Calcolo e Verifica muro frontale

		Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	132	0
g1-sp	Peso proprio spalla	0	331	143
g2a	Perm. portati - impalcato	0	53	0
g3-sp	g3-sp	254	0	-670
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	169	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	150	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	169	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	125	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	68	0	-267
q3	Frenatura	85	0	-477
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0	-31
Ex	Sisma longitudinale	106	0	-593
Ez	Sisma verticale	0	34	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	191	0	-757
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	24	0	-79
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-12	-5

## COMBINAZIONI DI CARICO

## MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI																
					S.L.U.											
q1					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	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	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	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	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	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	1.20	1.20
q7a	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	0.00	0.90	0.00
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	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	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	0.00	0.00	1.01	1.01	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	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	0.00	0.00	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	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	0.00	1.35	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	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	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	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	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	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	1.20	1.20

					S.L.U.									S.L.V.			
					e3									Ex			
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	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	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	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	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	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	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	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

					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	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	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	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	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	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	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	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	0.60	0.00	0.60	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	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	1.00	0.75	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	1.00	1.00	1.00	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	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	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	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	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	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	1.00	1.00	1.00	1.00

## S.L.E.car

## e3

## LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB

## Calcolo e Verifica muro frontale

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	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	0.00	0.50
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50
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	0.75	0.75	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00
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	440	440	440	440	533	533	533	533
Fz	925	925	899	899	868	868	848	823
My	-1109	-1109	-1109	-1109	-1664	-1664	-1664	-1664

	S.L.U.				S.L.V.			
	q7				E.x		E.z	
Fx	418	418	418	418	327	327	102	102
Fz	868	868	848	848	522	510	537	495
My	-1019	-1019	-1019	-1019	-1318	-1315	-322	-312

	q1				q3			
Fx	327	327	327	327	395	395	395	395
Fz	685	685	666	666	643	643	628	610
My	-825	-825	-825	-825	-1236	-1236	-1236	-1236

	S.L.E.car			
	q7			
Fx	310	310	310	310
Fz	643	643	628	610
My	-758	-758	-758	-758

	S.L.E.freq				S.L.E.qp	
Fx	310	310	310	310	259	259
Fz	643	643	628	610	516	516
My	-758	-758	-758	-758	-558	-558

## Armatura zona tesa muro frontale

## sezione di larghezza unitaria

	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	26	0.091	5309
secondo strato	20	5	26	0.147	2655
Armatura effettivamente disposta			26	0.110	7964

## VERIFICHE AGLI SLU

	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	1664
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	1318
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	2639

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente	Afs	mmq	7964	OK!
Coefficiente di utilizzo	MR_sup	kNm/ml	5021	
	c.u.		33%	OK!

Taglio di calcolo SLU

	VEd_SLU	kN/ml	533
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	327

## VERIFICHE AGLI SLE-CAR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	96
---------------------------------------	----	-----	----



**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

---

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		27%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-FR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	59	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		30%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-QP**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	43	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		28%	OK!

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	2.92
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	6.57
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.08
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	9.5
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	296.8
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	463.7

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	8.43
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	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	43.7	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	34.4	33.4
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	45.2	70.6
Carico Qik sul paraghiaia	35.6	21.4	64.4
Sisma - forze inerziali	0.0	3.2	4.7
Spinta sismica del terreno	0.0	25.0	36.5

**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	0.086	3142
secondo strato	0	0	20	0.136	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.086	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 Qik	1.35	0.00
Carico Qik 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 kNm
SLU-STR	91.8	136.3	227.4
SLU-SIS	43.7	28.2	41.1

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1256	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	569	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		40%	OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB****Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Spinta statica del terreno	1.00
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	79.3	101.0	168.4

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	116
--------------------------	------------	-----	-----

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		32%

OK!

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE****fattori parziali per azioni  
SLE-FRE**

Condizione di carico	
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	70.4	84.3	134.7

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	93
--------------------------	------------	-----	----

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{slim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		42%	OK!

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE****fattori parziali per azioni  
SLE-QP**

Condizione di carico	
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	43.7	34.4	33.4

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	23
--------------------------	------------	-----	----

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{slim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		13%	OK!

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	7.92
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	$\gamma$		0.62
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f <sub>yd</sub>	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = \text{facx} \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = \text{facy} \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti facx e facy 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	64.1
direzione orizzontale	$\gamma$		
coefficiente facx	facMx	0.500	0.750
coefficiente facVx	facVx	0.134	0.083
		0.462	0.318
Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>xmax</sub>	kNm	168.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>xband</sub>	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>xmax</sub>	kN	123.6
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>xband</sub>	kN	0.0
direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facy	facMy	0.055	0.090
coefficiente facVy	facVy	0.483	0.551
			0.515

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	286.3
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	261.4

**Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali**

larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> alla base	b2	m	6.97
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> alla base	a2	m	7.67
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> alla base	sh2	kPa	4.8

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.6
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facx	facMx	0.429	0.351
coefficiente facVx	facVx	1.102	1.105
			1.103

Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>x</sub> max	kNm	184.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>x</sub> band	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>x</sub> max	kN	105.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>x</sub> band	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129
			0.995

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	188.9
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	154.3

**Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale	q1	kN/mq	1.83
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	11.0
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	12.8
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente facx	facMx	0.429	0.351
			0.39

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

coefficiente facVx	facVx	1.102	1.105	<b>1.10</b>
--------------------	-------	-------	-------	-------------

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>120.8</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>69.4</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.62
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	<b>0.154</b>
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	<b>0.995</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>123.8</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>101.1</b>

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	168.3	286.3	123.6	261.4
Spinta sovraccarichi accidentali	184.3	188.9	105.9	154.3
Spinta dovuta al sisma	120.8	123.8	69.4	101.1

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	20	0.072	3142
secondo strato	0	0	20	0.122	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.072	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	24	0.094	4524
secondo strato	0	0	24	0.148	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.094	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	Mx	My	Vx	Vy
Combinazione	kNm	kNm	kN	kN
SLU-STR	476.0	641.5	309.8	561.2
SLU-SIS	289.1	410.1	193.0	362.5

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	1456	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	1027	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		46%	OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	2011	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	4524	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	1443	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		44%	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	Mx	My
Combinazione	kNm	kNm
SLE-RARA	352.6	475.2

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	134
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	129

**LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB****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.		37%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		36%	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	306.5	428.0

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	117	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	116	
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)	$\sigma_{slim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		53%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		57%	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	168.3	286.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	64	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	78	
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)	$\sigma_{slim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		35%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		47%	OK!

LAVORO: SS127 - CAVALCAVIA SPB  
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

				Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v
Sollecitazioni di calcolo		Var	unità					
Taglio di calcolo		V <sub>Ed</sub>	kN	590.2	532.7	136.3	309.8	561.2
Dati		Var	unità					
Resistenza a compressione cubica caratteristica		f <sub>ck</sub>	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica		f <sub>cd</sub>	Mpa	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
Coefficiente parziale $\gamma_c$		$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$		$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo		f <sub>cd</sub>	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura		f <sub>yk</sub>	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio		f <sub>ywd</sub>	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	0.50	1.00
Larghezza/ Diametro		B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo		A <sub>c</sub>	m^2	2.00	1.90	0.60	0.50	1.00
Larghezza anima		b <sub>w</sub>	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro		c	m	0.089	0.110	0.086	0.072	0.094
altezza utile della sezione		d	m	1.91	1.79	0.51	0.43	0.91
Compressione agente nella sezione								
Sforzo normale di calcolo		N <sub>Ed</sub>	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 inneschi nella sezione considerata		A <sub>sl</sub>	mmq	2655	7964	3142	3142	4524
Coefficiente k		k	m	1.32	1.33	1.62	1.68	1.47
v <sub>min</sub>		v <sub>min</sub>		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$		0.00139	0.00445	0.00611	0.00734	0.00499
tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio		V <sub>Rd</sub>	kN	499.0	694.7	269.8	247.6	402.5
				N.V.	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
Verifica del conglomerato								
Resistenza a taglio del conglomerato		V <sub>Rcd</sub>	kN	10395.8	9739.4	2796.2	2328.3	4928.6
Verifica dell'armatura trasversale								
diametro staffe		f <sub>sw</sub>	mm	24	12	10	12	12
passo staffe		s <sub>cp</sub>	m	1.20	0.40	0.40	0.20	0.20
numero di bracci		n <sub>b</sub>		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)		A <sub>sw</sub>	mmq	1131	283	196	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave		$\alpha$	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha		$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"		V <sub>Rsd</sub>	kN	1585.8	1114.3	222.2	532.8	1127.8
Resistenza a "taglio compressione"		V <sub>Rcd</sub>	kN	5376.9	5037.4	1446.2	1204.2	2549.2
Resistenza a taglio		V <sub>Rd</sub>	kN	1585.8	1114.3	222.2	532.8	1127.8
				OK	OK	OK	OK	OK

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

## 27 ALLEGATO 16 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI



**CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3**  
**LAVORO: SS127 - MICROPALI DI FONDAZIONE SOTTOSTRUTTURE Dn300**

OPERA: CV01

## PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd}$$

in cui:

$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$ : Resistenza alla punta di progetto  
 $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$ : Resistenza laterale di progetto  
 $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$ : Resistenza alla punta caratteristica  
 $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$ : Resistenza laterale caratteristica  
 $R_{bm} = Q_b$ : Resistenza media alla punta  
 $R_{sm} = Q_s$ : Resistenza media laterale

**RESISTENZA LATERALE**

**Terreni granulari ( $c = 0, \phi > 0$ )**

$$Q_s = \pi \times D_s \times L_s \times q_s \quad \text{con:}$$

$D_s$  = diametro del bulbo

$L_s$  = lunghezza del bulbo

$q_s$  = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno

il diametro del bulbo è correlato al diametro di perforazione attraverso:

$$D_s = \alpha \cdot D_n$$

con  $\alpha$  dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o fratturata	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

$q_s$  è pure dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di  $N_{spt}$  e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi i grafici a lato):

**RESISTENZA ALLA PUNTA**  $Q_b = 0.15 Q_s$ 

Diagramma delle resistenze in funzione della lunghezza

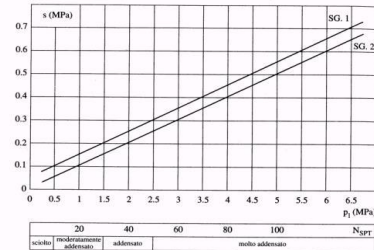
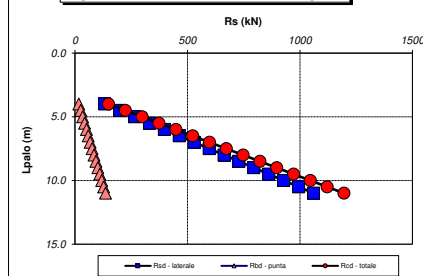


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

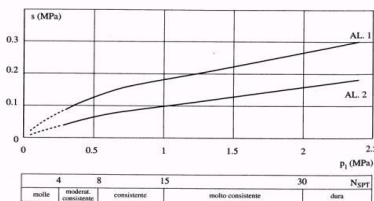


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

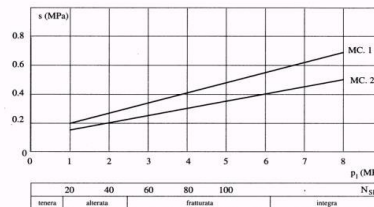


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

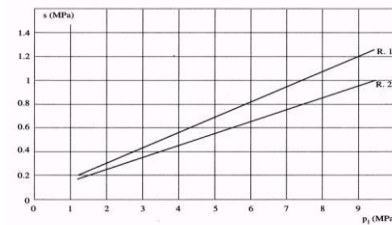


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e fratturate

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

	unità	var
Diametro palo	m	0.30
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	0.94

**AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.**

Q.T.P.	m	5.00
--------	---	------

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)**COMBINAZIONE **M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	$\alpha$	$q_{sk}$ kPa	$\gamma_{sk}$	$q_{sd}$ kPa	$\alpha q_{sd}$ kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0.0	1.00	0.0	0.0
S	Sabbia con ghiaia limo	3.0	12.0	IGU	1.10	250.0	1.00	250.0	275.0
G	Granito rosa	12.0	50.0	IGU	1.10	350.0	1.00	350.0	385.0

Mod = IGU - IRS

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

COMBINAZIONE	COMPR	TRAZ
coefficiente $\gamma_b$	1.35	-
coefficiente $\gamma_s$	1.15	1.25

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Numero di verticali indagate	1
coefficiente $c_{\gamma}$	1.70

Unità	z m	Lp (m)	a $q_{sd}$ kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	5.0	0.0							
0	5.5	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.0	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.5	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	8.0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
S	8.5	3.5	275.0	130	19	66	8	75	61
S	9.0	4.0	275.0	259	39	133	17	150	122
S	9.5	4.5	275.0	389	58	199	25	224	183
S	10.0	5.0	275.0	518	78	265	34	299	244
S	10.5	5.5	275.0	648	97	331	42	374	305
S	11.0	6.0	275.0	778	117	398	51	449	366
S	11.5	6.5	275.0	907	136	464	59	523	427
S	12.0	7.0	275.0	1037	156	530	68	598	488
S	12.5	7.5	275.0	1166	175	597	76	673	549
S	13.0	8.0	275.0	1296	194	663	85	748	610
S	13.5	8.5	275.0	1425	214	729	93	822	671
S	14.0	9.0	275.0	1555	233	795	102	897	732
S	14.5	9.5	275.0	1685	253	862	110	972	793
S	15.0	10.0	275.0	1814	272	928	119	1047	854
S	15.5	10.5	275.0	1944	292	994	127	1121	915
S	16.0	11.0	275.0	2073	311	1061	136	1196	976
S	16.5	11.5	275.0	2203	330	1127	144	1271	1037
S	17.0	12.0	275.0	2333	350	1193	152	1346	1098

**ALLINEAMENTO**

	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SPB	8	517	0	663	85	748	610	69%	0%
SPA	8	506	0	663	85	748	610	68%	0%

CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3  
LAVORO: SS127 - MICROPALI DI FONDAZIONE SOTTOSTRUTTURE Dn300

OPERA: CV01

PARAMETRI GEOTECNICI MINIMI

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd}$

in cui:

$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$ : Resistenza alla punta di progetto  
 $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$ : Resistenza laterale di progetto  
 $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$ : Resistenza alla punta caratteristica  
 $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$ : Resistenza laterale caratteristica  
 $R_{bm} = Q_b$ : Resistenza media alla punta  
 $R_{sm} = Q_s$ : Resistenza media laterale

RESISTENZA LATERALE

Terreni granulari ( $c = 0, \phi < 0$ )

$Q_s = \pi \times D_s \times L_s \times q_s$  con:

$D_s$  = diametro del bulbo

$L_s$  = lunghezza del bulbo

$q_s$  = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno

Il diametro del bulbo è correlato al diametro di perforazione attraverso:

$D_s = \alpha \cdot D_n$   
con  $\alpha$  dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o frantumata	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

$q_s$  è pure dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di  $N_{spt}$  e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi i grafici a lato):

RESISTENZA ALLA PUNTA  $Q_b = 0.15 Q_s$

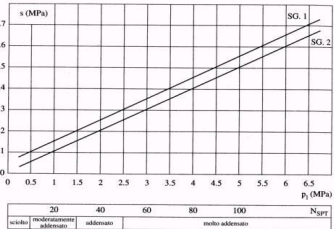
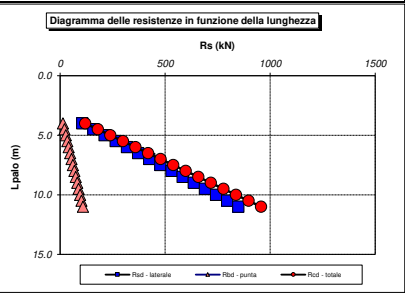


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

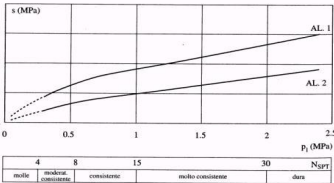


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

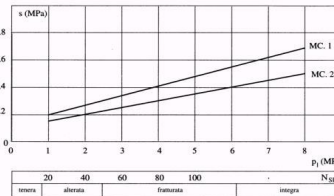


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

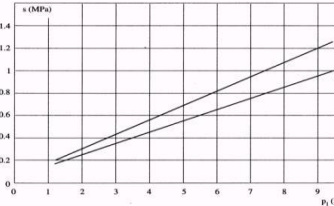


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e frantumate

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	unità	var
Diametro palo	m	0.30
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	0.94

AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.

Q.T.P.	m	5.00
--------	---	------

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)

COMBINAZIONE M1

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	$\alpha$	$\gamma_{qs}$	$q_{sk}$ kPa	$q_{sd}$ kPa	$\alpha q_{sd}$ kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0	0	0.0	0.0
S	Sabbia con ghiaia lime	3.0	12.0	IGU	1.10	200	1.00	200.0	220.0
G	Granito rosa	12.0	50.0	IGU	1.10	300	1.00	300.0	330.0
0									

Mod = IGU - IRS

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE


COMBINAZIONE	COMPR		TRAZ	
	R3	R3		
coefficiente $\gamma_b$	1.35	-		
coefficiente $\gamma_s$	1.15	1.25		

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero di verticali indagate	1
coefficiente $\zeta_3$	1.70

Unità	z m	Lp (m)	a $q_{sd}$ kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	5.0	0.0							
0	5.5	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.0	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.5	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	8.0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
S	8.5	3.5	220.0	104	16	53	7	60	49
S	9.0	4.0	220.0	207	31	106	14	120	98
S	9.5	4.5	220.0	311	47	159	20	179	146
S	10.0	5.0	220.0	415	62	212	27	239	195
S	10.5	5.5	220.0	518	78	265	34	299	244
S	11.0	6.0	220.0	622	93	318	41	359	293
S	11.5	6.5	220.0	726	109	371	47	419	342
S	12.0	7.0	220.0	829	124	424	54	478	390
S	12.5	7.5	220.0	933	140	477	61	538	439
S	13.0	8.0	220.0	1037	156	530	68	598	488
S	13.5	8.5	220.0	1140	171	583	75	658	537
S	14.0	9.0	220.0	1244	187	636	81	718	585
S	14.5	9.5	220.0	1348	202	689	88	777	634
S	15.0	10.0	220.0	1451	218	742	95	837	683
S	15.5	10.5	220.0	1555	233	795	102	897	732
S	16.0	11.0	220.0	1659	249	848	108	957	781
S	16.5	11.5	220.0	1762	264	902	115	1017	829
S	17.0	12.0	220.0	1866	280	955	122	1076	878

ALLINEAMENTO	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SPB	8	517	0	530	68	598	488	86%	0%
SPA	8	506	0	530	68	598	488	85%	0%

<p>S.S.127 "Settentrionale Sarda"</p> <p>Completamento circonvallazione di Tempio</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
CA350	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV01</i>	

**28 ALLEGATO 17 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI  
COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA  
PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI**

## RESISTENZA DI UN MICROPALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto  $R_{cd}$  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  $\gamma_T$  per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)

$\gamma_T$

1.30

I Fattori di correlazione  $\xi$  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
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL MICROPALO

Diametro di perforazione	D	m	0.30
Diametro esterno armatura tubolare	fe	mm	219.1
spessore armatura tubolare	sp	mm	12.5
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm <sup>3</sup>	534196
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	MPa	355
Coefficiente parziale di sicurezza per verifiche di resistenza	$\gamma_{MO}$		1.05
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{MO}$	$M_y = M_{Rd}$	kNm	180.6

## AFFONDAMENTO DEL MICROPALO

Profondità della testa del micropalo da piano di campagna	Hr	m	3.00
---	----	---	------

## FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	1
coefficiente $\xi_3$	1.70
coefficiente $\xi_4$	1.70

DESCRIZIONE	$\gamma'_{med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{med}$ deg	$k_{p,med}$	$L_{med}$ (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI S	18.0	33.0	3.39	1.77	378.7	171.3

DESCRIZIONE	$\gamma'_{min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{min}$ deg	$k_{p,min}$	$L_{min}$ (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI S	18.0	32.0	3.25	1.81	371.5	168.1

Resistenza di progetto del micropalo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	168.1
--	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	MICROPALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	$n_{micropali}$	$\eta$ (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
SPB	168.1	108.0	64%	80	80%	10758	8640.0	80%
SPA	168.1	115.0	68%	80	80%	10758	9200.0	86%