

LAVORI DI COLLEGAMENTO TRA LA S.S.11 A MAGENTA E LA TANGENZIALE OVEST DI MILANO

VARIANTE DI ABBIATEGRASSO E ADEGUAMENTO IN SEDE DEL TRATTO ABBIATEGRASSO-VIGEVANO FINO AL PONTE SUL FIUME TICINO

1° STRALCIO DA MAGENTA A VIGEVANO - TRATTA C

PROGETTO ESECUTIVO - COD. MI608

 Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	 Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	 Società designata: GA&M s.r.l. Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	 Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	 Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



Dott. Ing. Giuseppe Danilo MALGERI

INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Fabrizio BAJETTI

GEOLOGO



Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



Ing. Gianluca CICIRIELLO

HD04

H - PROGETTO STRUTTURALE - OPERE PRINCIPALI

HD - CV16 - CAVALCAVIA

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

LO203 E 2301

NOME FILE

HD04\_P03CV16STRRE03\_A.PDF

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. P03CV16STRRE03

A

-

C

B

A

REV.

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Ottobre 2023

DATA

ING. STEFANIA RUGGIERI

REDATTO

ING. GAETANO RANIERI

VERIFICATO

ING. FABRIZIO BAJETTI

APPROVATO

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERIALI</b>	<b>7</b>
<b>3.1 CALCESTRUZZO</b>	<b>7</b>
<b>3.2 ACCIAIO</b>	<b>14</b>
<b>4. PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>15</b>
<b>4.1 SCAVI E RIEMPIMENTI</b>	<b>17</b>
<b>5. AZIONE SISMICA</b>	<b>18</b>
<b>6. SPALLA</b>	<b>23</b>
<b>6.1 DATI DI PROGETTO</b>	<b>23</b>
6.1.1 CARICHI MOBILI	23
6.1.2 SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (G3_WOOD)	24
6.1.3 AZIONE DA FRENAMENTO SUL PARAGHIAIA (Q3_PARAGHIAIA)	25
<b>6.2 INPUT DI CALCOLO</b>	<b>26</b>
6.2.1 REAZIONI IMPALCATO	27
<b>6.3 APPROCCIO 2</b>	<b>27</b>
6.3.1 SOLLECITAZIONI SULLA SPALLA	27
6.3.2 RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME	39
<b>6.4 VERIFICA ARMATURA PARAGHIAIA</b>	<b>41</b>
<b>6.5 VERIFICA ARMATURA MURO FRONTALE</b>	<b>45</b>
<b>6.6 VERIFICA ARMATURA BAGGIOLO</b>	<b>52</b>
<b>6.7 VERIFICA ARMATURA RITEGNO TRASVERSALE</b>	<b>53</b>
<b>7. MURO ANDATORE</b>	<b>55</b>
<b>7.1 SEZIONE DI SPICCATO SP.120CM</b>	<b>55</b>
7.1.1 VERIFICA ARMATURA VERTICALE	57
7.1.2 VERIFICA ARMATURA ORIZZONTALE	62
<b>7.2 SEZIONE SP.60CM</b>	<b>65</b>
<b>8. FONDAZIONE</b>	<b>70</b>
<b>8.1 ARMATURA TRASVERSALE</b>	<b>70</b>
<b>8.2 PUNZONAMENTO</b>	<b>78</b>
<b>9. PALI</b>	<b>79</b>
<b>10. CONSIDERAZIONI SULLE ANALISI E LE VERIFICHE SVOLTE</b>	<b>80</b>
<b>10.1 ALLEGATO 1 VALIDAZIONE RC-SEC</b>	<b>81</b>
<b>11. SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P</b>	<b>104</b>

## 1. PREMESSA

Si considera un'opera di scavalco da realizzarsi nell'ambito dei lavori per il collegamento tra la S.S.11 a Magenta e la Tangenziale Ovest di Milano, tratto Albairate – Ozzero. Il ponte copre una luce di calcolo uguale a 24.2m

La sede stradale della carreggiata è larga 8.50 m; su entrambi i cigli sono presenti cordoli, realizzati con un ringrosso della soletta, della larghezza di 1.25 m; a questi cordoli sono ancorati, a mezzo di tirafondi, le barriere metalliche bordo ponte in acciaio e le reti metalliche di protezione.

L'impalcato è realizzato con 4 travi prefabbricate a cassone tipo V120, poste ad interasse 2.50 m. Le travi, calcolate in semplice appoggio, sono caratterizzate da un'altezza di 1.20 m e una luce di calcolo 24.20 m, vengono solidarizzate in opera con una soletta collaborante dello spessore di 0.25 m, traversi in testata e due in campata dello spessore di 0.40 m.

Il peso della soletta e dei sovraccarichi permanenti si suddivide tra le varie travi proporzionalmente alle rispettive larghezze di soletta collaborante.

I carichi accidentali sono quelli previsti dal regolamento per ponti stradali D.M. 17 gennaio 2018; essi si ripartiscono fra le travi mediante il metodo di Massonnet-Guyon, i cui parametri flessionale e torsionale sono calcolati facendo riferimento alle caratteristiche statico-geometriche della sezione di solo calcestruzzo di una trave interna, con la rispettiva soletta collaborante.

Le verifiche di stabilità si svolgono sulla trave che risulta complessivamente più sollecitata; le armature così determinate vengono estese a tutte le travi dell'impalcato.

Si tiene conto della diversa classe di calcestruzzo fra trave e soletta, tramite un coefficiente d'omogeneizzazione pari al rapporto tra i rispettivi moduli elastici convenzionali di regolamento.

Le cadute di tensione nell'armatura di precompressione si scontano in parte sulla trave isolata e in parte sulla sezione composta, nelle proporzioni indicate in seguito in sede di verifica tensionale.

Alla sezione d'appoggio, in mancanza di sufficiente lunghezza d'ancoraggio dei trefoli, la verifica a taglio viene condotta in regime di c.a. ordinario.

Si assumono positivi i momenti che tendono le fibre inferiori delle travi e della soletta e le forze di compressione; per quanto riguarda le tensioni sono positive le compressioni.

Le ascisse che individuano le varie sezioni verificate hanno origine nell'asse appoggi.

L'impalcato è sostenuto alle estremità da 2 spalle, costituite da elementi monolitici in c.a.. Le spalle sono costituite da una elevazione principale dello spessore 1.20 m e da una zattera di fondazione rettangolare delle dimensioni spessore di 1.50m.

Si verifica la spalla che per caratteristiche geometriche e di tipologia appoggi risulta più sollecitata, ovvero la spalla con gli appoggi fissi, che nel caso presente è la **Spalla A**, sull'altra spalla saranno applicate, a favore di sicurezza, le medesime considerazioni.

Le strutture di fondazione del ponte saranno del tipo profondo realizzate mediante pali trivellati di grosso diametro, collegati alla zattera di fondazione.

Si consultino per maggior chiarezza gli elaborati grafici di progetto: planimetria e profilo longitudinale dell'opera.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche delle strutture da ponte stradale soggetto alle azioni da traffico come previsto dalle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018".

Nella presente relazione si riporta il calcolo di verifica delle sottostrutture. Per la verifica dell'impalcato si rimanda alla relazione specifica.

Dal punto di vista sismico l'opera ricade nel comune di Abbiategrasso (MI).

Il sistema strutturale scelto è quello delle travi continue in sezione in c.a.p., con traversi di collegamento in testata e in campata. Le travi sono appoggiate su spalle mediante dispositivi di vincolo tradizionali.

La costruzione del cavalcavia avverrà in linea di massima seguendo le fasi costruttive descritte nel seguito. Saranno in primo luogo fabbricate le sottostrutture a sostegno dell'impalcato. Le spalle laterali a sostegno dell'impalcato sono gettate in opera, con paraghiaia spesso 30 cm e di altezza variabile a causa dell'inclinazione trasversale del profilo stradale. Le spalle sono completate dai muri andatori e dal plinto di fondazione, sostenuto da un gruppo di pali  $\phi$  1000. I pali sono situati ad interasse di 3.0 m. Si disporranno quindi gli apparecchi di appoggio in acciaio-teflon, per mezzo dei quali le travi sono appoggiate alle sottostrutture. La posizione degli appoggi consente di ottenere la pendenza trasversale della soletta. Le travi prefabbricate saranno disposte in sede con l'ausilio di gru; quindi sarà gettata una soletta di cemento armato ordinario, di spessore 25 cm, realizzata mediante getto su predalles tralicciate che fungono da cassero perso.

La costruzione è ultimata disponendo le opere di finitura stradali, tra cui la pavimentazione di spessore 10 cm, l'eventuale ricarica e le barriere di protezione e i cordoli.

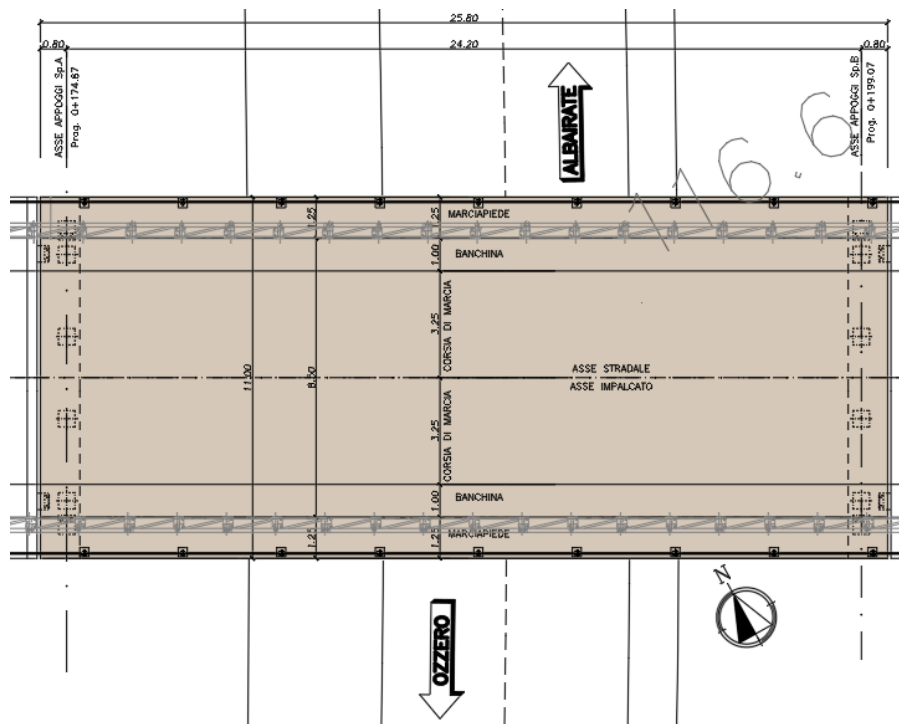


Figura 1: Pianta impalcato

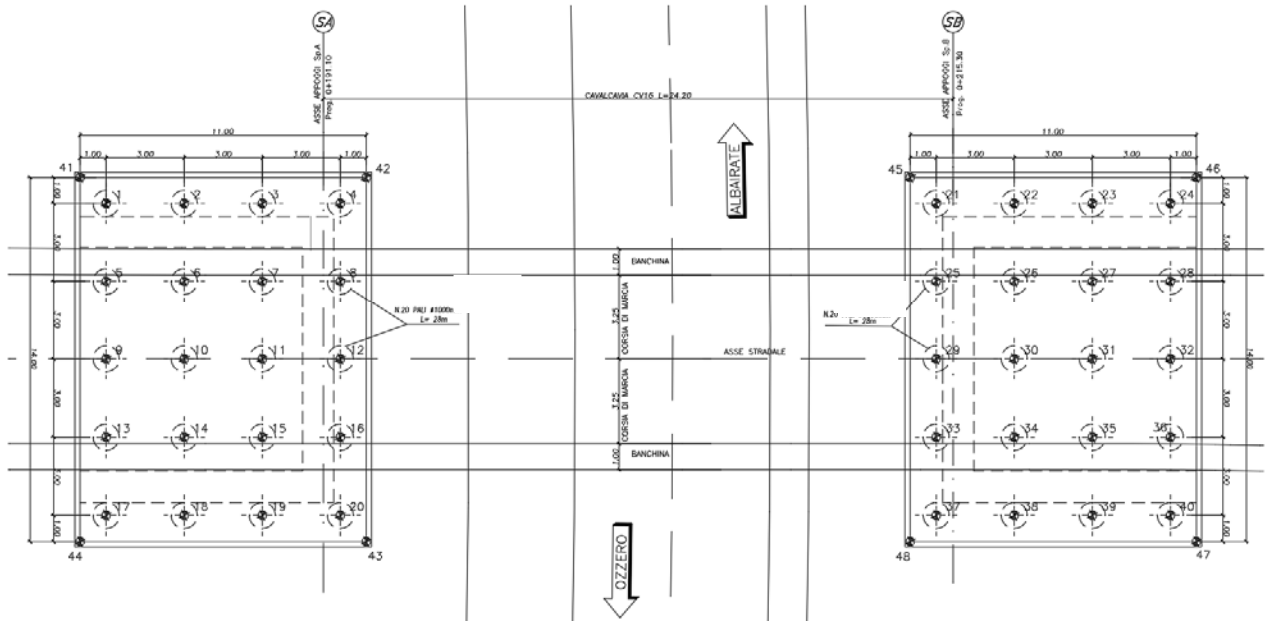


Figura 2: Pianta fondazioni

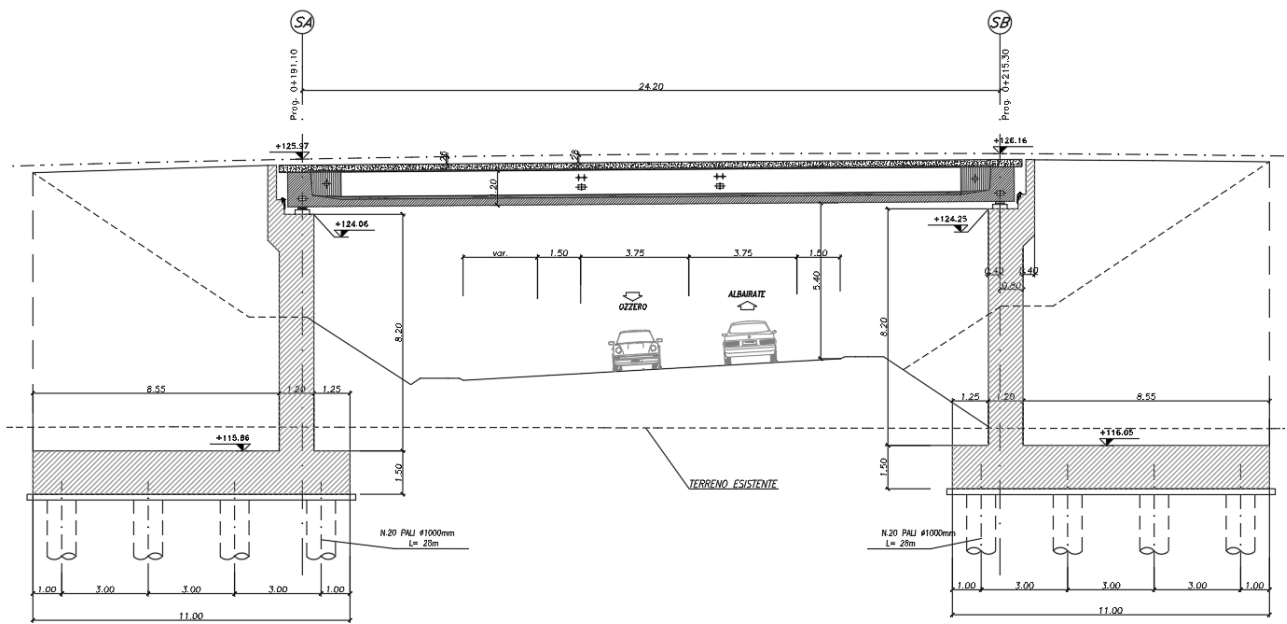


Figura 3: Profilo longitudinale

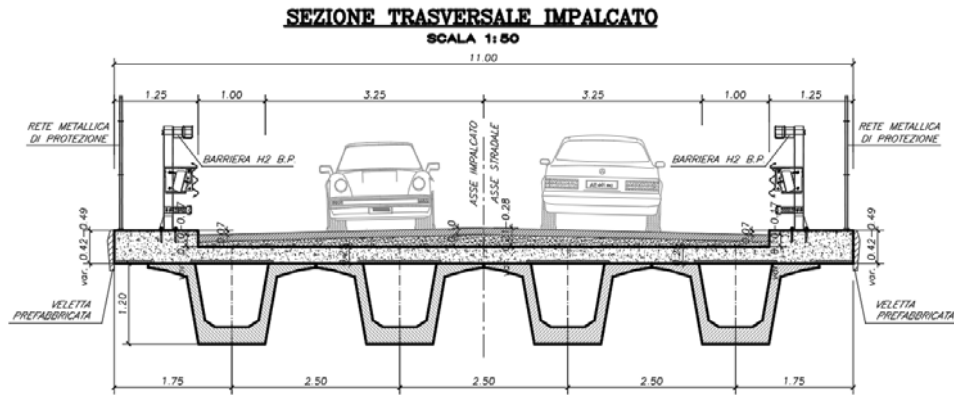


Figura 4: Sezione trasversale

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche sono state eseguite secondo i metodi classici della scienza delle costruzioni e nel rispetto della seguente normativa:

- Legge 5/11/1971 n° 1086: “Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- UNI EN 206:2016: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI ENV 197 Parte 1a: “Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità”.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale.
- UNI EN 197-1 giugno 2011: “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”.
- UNI EN 11104:2016: “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1”.

Ulteriori riferimenti normativi

- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.

### 3. MATERIALI

Il progetto sarà realizzato utilizzando i seguenti materiali:

#### 3.1 CALCESTRUZZO

##### Magroni:

Classe di resistenza:	C12/15		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	15	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	12.45	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		X0	
Classe di consistenza slump:		S3	
Contenuto minimo di cemento:		150	daN/m <sup>3</sup>
Rapporto A/C		≤ 0.60	

##### Pali di fondazione

Classe di resistenza:	C25/30		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	30	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	24,9	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	32,9	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2,56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3,07	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	31447	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	1,79	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	3,33	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza SLU:	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	14,1	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,19	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza SLE:	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	24,9	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	1,79	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	11,21	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC2	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		300	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		32	mm
Copriferro		60	mm
Rapporto A/C		0,6	



Plinti di fondazione spalle e muri

Classe di resistenza:	C28/35		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	37,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2,83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3,40	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	32588	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	1,98	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	3,69	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	16,5	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,32	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	29,1	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	1,98	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	17,43	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	13,07	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC2	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		320	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		32	mm
Copriferro		40	mm
Rapporto A/C		0,55	

Predalles:

Classe di resistenza:	C40/50		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	50	$N/mm^2$
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	41,5	$N/mm^2$
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	49,5	$N/mm^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3,60	$N/mm^2$
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	4,32	$N/mm^2$
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	35547	$N/mm^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2,52	$N/mm^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4,67	$N/mm^2$
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	23,5	$N/mm^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,68	$N/mm^2$
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	41,5	$N/mm^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2,52	$N/mm^2$
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	24,90	$N/mm^2$
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	18,68	$N/mm^2$
Classe di esposizione		XC4+XD1	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		340	$daN/m^3$
Massima dimensione aggregato		16	mm
Copriferro		40	mm
Rapporto A/C		0,5	

Elevazioni spalle, muri, paragliaia

Classe di resistenza:	C32/40		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	41,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3,10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3,72	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4,03	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	18,8	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,45	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	19,92	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC4+XD1	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		360	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		25	mm
Copriferro		40	mm
Rapporto A/C		0,45	

Soletta per impalcati:

Classe di resistenza:	C32/40		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	41,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3,10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3,72	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4,03	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	18,8	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,45	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	19,92	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC4/XF2/XF4*	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		360	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		25	mm
Copriferro estradosso		55	mm
Rapporto A/C		0,45	

Baggioli:

Classe di resistenza:	C32/40		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	41,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3,10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3,72	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4,03	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	18,8	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,45	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	19,92	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC3/XF1	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		340	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		25	mm
Copriferro		40	mm
Rapporto A/C		0,5	

Calcestruzzo per travi in c.a.p.

Classe di resistenza:	C45/55		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	55	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	45,65	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	53,65	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3,83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	4,60	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	36416	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2,68	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4,98	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1,5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	25,9	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1,79	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1,0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	45,7	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2,68	N/mm <sup>2</sup>
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	27,39	N/mm <sup>2</sup>
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	20,54	N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC2/XA1	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		350	daN/m <sup>3</sup>
Massima dimensione aggregato		20	mm
Copriferro arm. Ord.		30	mm
Copriferro arm. Pretesa		50	mm
Rapporto A/C		0,5	

### 3.2 ACCIAIO

#### Acciaio per cemento armato:

##### **Acciaio per cemento armato**

Acciaio per cemento armato tipo B450C secondo D.M. 17.01.2018, avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq$	450	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq$	540	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_s =$	2.1E+05	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza SLU:	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza di calcolo SLU:	$f_{sd} =$	391.30	N/mm <sup>2</sup>
Tensione di calcolo SLE:	$\sigma_{y,ad} =$	360	N/mm <sup>2</sup>

Deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{v, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1.15$	10.0
$(f_v/f_{v, nom})_k$	$< 1.35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7.5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12$ mm	4 $\phi$	
12 ≤ $\phi$ ≤ 16 mm	5 $\phi$	
per 16 < $\phi$ ≤ 25 mm	8 $\phi$	
per 25 < $\phi$ ≤ 40 mm	10 $\phi$	

#### Acciaio per armatura da precompressione:

Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk} > 1860$ N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica all'1%	$f_{p(1)k} > 1670$ N/mm <sup>2</sup>
Tensione di tesatura trefoli	$ss_{pi} = 1425$ N/mm <sup>2</sup>

#### 4. PARAMETRI GEOTECNICI

Sotto il profilo geotecnico non si osservano grandi differenze di comportamento fra gli strati sabbioso-ghiaiosi e quelli ghiaioso-sabbiosi, per cui si ritiene di poter raggruppare i terreni indagati in due sole unità geotecniche principali più una aggiuntiva occasionale:

**UNITA' Ug1** – terreni a grana grossa (ghiaia e sabbia, sabbie ghiaiose, ecc.) (G3)

**UNITA' Ug2** – terreni a grana medio-fine (limo sabbioso / sabbia limosa) (S1+S2)

**UNITA' Ug3** – terreni a grana fine (limi argillosi) (L5)

Per quanto riguarda i parametri geotecnici generali, essi sono riportati nella tabella seguente:

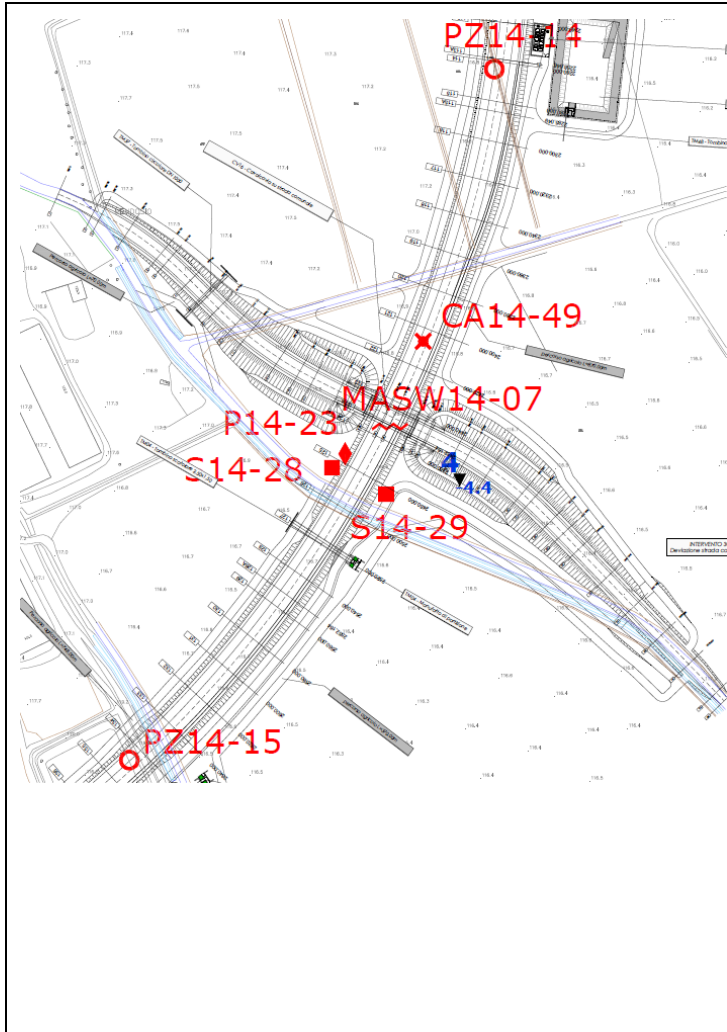
	DR	$\gamma_t$	$\Phi'$	$c'$	LL	Cu	E
	(%)	(kN/m <sup>3</sup> )		(kPa)	(%)	(kPa)	(MPa)
Unità Ug1	40-70	18.5-19.5	28°-38°	0	---	0	20-40
Unità Ug2	---	18-20	26°-35°	0	26-36	0	20-40
Unità Ug3		18-19	20°-30°	0	26-34	15-30	21-32

Rispetto alle due unità geotecniche principali (Ug1 e Ug2) è stata inserita anche l'Unità Ug3 (=L5), presente solo in alcune zone della tratta C, per un'estensione planimetrica ridotta e con spessori generalmente ridotti, intorno ad 1-2 m.

Per l'opera in esame, la stratigrafia di progetto è stata desunta dal profilo geotecnico ricostruito lungo l'asse principale della strada. Alla stratigrafia compresa tra il piano campagna e la profondità pari a 9 m è stata associata l'unità litostrafica Ug1(G3) corrispondente a terreni a grana grossa, mentre da 9 m in poi è stata assunta l'unità litostrafica Ug2(S1), corrispondente a terreni a grana medio-fine.

Nello stralcio planimetrico di seguito allegato si riportano, inoltre, tutte le indagini geognostiche effettuate nell'intorno dell'opera da cui è possibile ricavare indicazioni utili alla progettazione delle fondazioni.





MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
			tipo	num.	PROF.	
1	0.20	[Symbol]				Terreno vegetale
	1.10					Sabbia medio fine limosa marrone scuro
2	2.00	[Symbol]				Sabbia da grossa a fine limosa a tratti ghiaiosa marrone rossastro

- CA 14-49
- S14-28
- S14-29
- P14-23: 15.00 m
- Pz14-14: 2.00 m
- Pz 14-15
- MASW 14-07: 30.00 m

N.B.: la profondità delle indagini eseguite nelle precedenti campagne di indagine non è nota; tuttavia, il profilo geologico e geotecnico del progetto definitivo è stato ricostruito anche in base a dette indagini, per cui si deve ritenere che esse siano coerenti con i risultati forniti dalle indagini 2014.

In base ai dati disponibili, la profondità della falda si colloca a quota 2.41 m dal piano campagna.

Ai fini delle verifiche sismiche risulta:

- Categoria sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1

Nella tabella seguente si riportano gli intervalli di valori dei parametri geotecnici relativi alla zona in cui ricade l'opera.

UNITA'	PARAMETRI GEOTECNICI GENERALI							
	D <sub>R</sub> (%)	γ <sub>t</sub> (kN/mc)	Φ'	Φ' <sub>op</sub>	LL (%)	cu (kPa)	E (MPa)	E <sub>op</sub>
Ug1 (G3)	40 ÷ 70	18.50 ÷ 19.50	32° ÷ 38°	35°			26 ÷ 36	30
Ug2 (S1)	---	18.00 ÷ 20.00	32° ÷ 36°	35°	26 ÷ 36		26 ÷ 36	30

I valori di progetto di Φ' e E sono indicati con Φ'<sub>op</sub> e E<sub>op</sub>

Dato che la quota di imposta dei pali (q.i.p.) si trova a circa -2.0m da p.c. la stratigrafia di progetto deve essere impostata come segue:

STRATO 1 (G3) - sino a 7 m sotto la q.i.p.

Ghiaia con sabbia

Angolo di attrito interno:  $35^\circ$

Peso specifico:  $19.5 \text{ kN/m}^3$ .

STRATO 2 (S1) - sino a 35 m sotto la q.i.p.

Sabbia

Angolo di attrito interno:  $35^\circ$

Peso specifico:  $19.0 \text{ kN/m}^3$ .

Nelle verifiche si considererà la falda a -1m da p.c.

Ai fini delle verifiche dei pali si potrà tenere conto che il numero delle verticali indagate fino alla profondità di lunghezza dei pali stessi è pari a 2 e che

$N_{\text{sptmedio}} = 15 \text{ colpi}/30 \text{ cm}$

#### 4.1 SCAVI E RIEMPIMENTI

Lo scavo avviene a cielo aperto con pendenza 1:1.

Per il terreno a tergo delle spalle si considera un angolo di attrito di  $37^\circ$  e un  $\gamma=20 \text{ kN/mc}$ .

## 5. AZIONE SISMICA

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

L'analisi viene condotta secondo il metodo pseudo statico.

### Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto si assume vita nominale  $VN > 50$  anni.

### Classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe **IV**: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico."

### Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $VR$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione moltiplicandone la vita nominale  $VN$  per il coefficiente d'uso  $CU$ . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a **2** per la classe d'uso **IV**.  $VR = VN \times CU = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$

### Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla

pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad  $a_g$  il valore previsto da pericolosità sismica.  $F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica. Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione.
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati per individuare infine a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{200}{\ln(1 - 0.1)} = -1898$$

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno  $T_R$ . L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in  $g/10$ ;  $F_0$  è adimensionale.  $T_C^*$  è espresso in secondi. I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'opera in progetto ricade nel comune di Abbiategrasso.

Parametri per la determinazione dell'azione sismica dell'impalcato

Categoria di sottosuolo                    C  
 Categoria topografica                    T1

Coeff. di combinazione sismica carichi da traffico  $\psi_E = 0.2$

- q            Coefficiente di struttura
- $\eta$         1/q
- $a_g$         Accelerazione orizzontale massima al sito
- $T_c^*$         Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
- $F_0$         Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

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

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.556$  info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 1.000$

$S_T = 1.000$  info

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

### Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o$  **1**

Regol. in altezza **si** info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1.5**

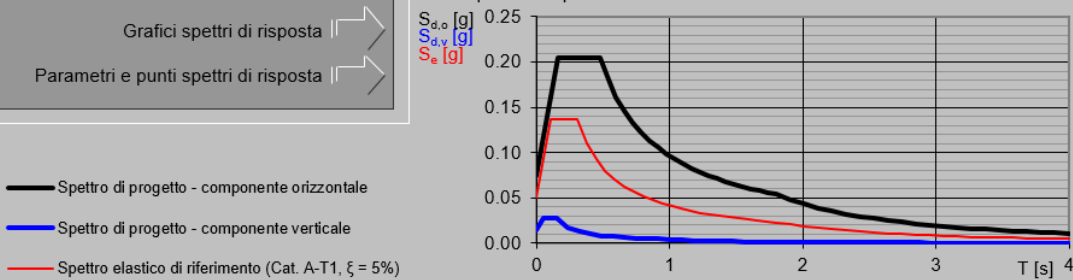
$\eta = 0.667$  info

### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

### Spettri di risposta



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limiSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.050 g
$F_a$	2.730
$T_c$	0.304 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.556
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.157 s
$T_C$	0.472 s
$T_D$	1.800 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{10 / (S + 5)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.075
$T_B$	0.157	0.205
$T_C$	0.472	0.205
	0.536	0.180
	0.599	0.161
	0.662	0.146
	0.725	0.133
	0.788	0.123
	0.852	0.113
	0.915	0.106
	0.978	0.099
	1.041	0.093
	1.105	0.088
	1.168	0.083
	1.231	0.079
	1.294	0.075
	1.357	0.071
	1.421	0.068
	1.484	0.065
	1.547	0.062
	1.610	0.060
	1.673	0.058
	1.737	0.056
$T_D$	1.800	0.054
	1.905	0.048
	2.009	0.043
	2.114	0.039
	2.219	0.035
	2.324	0.032
	2.428	0.030
	2.533	0.027
	2.638	0.025
	2.743	0.023
	2.848	0.021
	2.952	0.020
	3.057	0.019
	3.162	0.017
	3.267	0.016
	3.371	0.015
	3.476	0.014
	3.581	0.014
	3.686	0.013
	3.790	0.012
	3.895	0.011
	4.000	0.011

## 6. SPALLA

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata tramite uno specifico modulo di calcolo, implementato tramite foglio elettronico, relativamente al quale vengono presentati i dati di input e le computazioni intermedie.

Le azioni elementari vengono combinate con i relativi coefficienti moltiplicativi in funzione della disposizione di carico e del gruppo di appartenenza, secondo le verifiche agli Stati Limite previste dal DM 17/01/2018. In seguito si riportano sia le tabelle di combinazione sia la tabella riepilogativa complessiva delle sollecitazioni.

In fase sismica si considera un contributo del carico accidentale pari al 20%,  $q=1$  e l'analisi è del tipo statica equivalente.

Le azioni per il dimensionamento delle fondazioni, le sollecitazioni in fondazione sono state determinate mediante gli scarichi dell'impalcato, di cui alla relazione specifica.

Le verifiche vengono effettuate per le seguenti condizioni elementari di carico, dei quali si riportano, a fianco, i relativi coefficienti di combinazione e partecipazione.

Si verifica la spalla che per caratteristiche geometriche e di tipologia appoggi risulta più sollecitata, ovvero la spalla con gli appoggi fissi, che nel caso presente è la **Spalla A**, sull'altra spalla saranno applicate, a favore di sicurezza, le medesime considerazioni.

### 6.1 DATI DI PROGETTO

L'asse X è diretto secondo l'asse longitudinale del viadotto, l'asse Z è verticale e diretto verso l'alto, l'asse Y è tale da formare con gli altri due assi una terna cartesiana destrorsa.

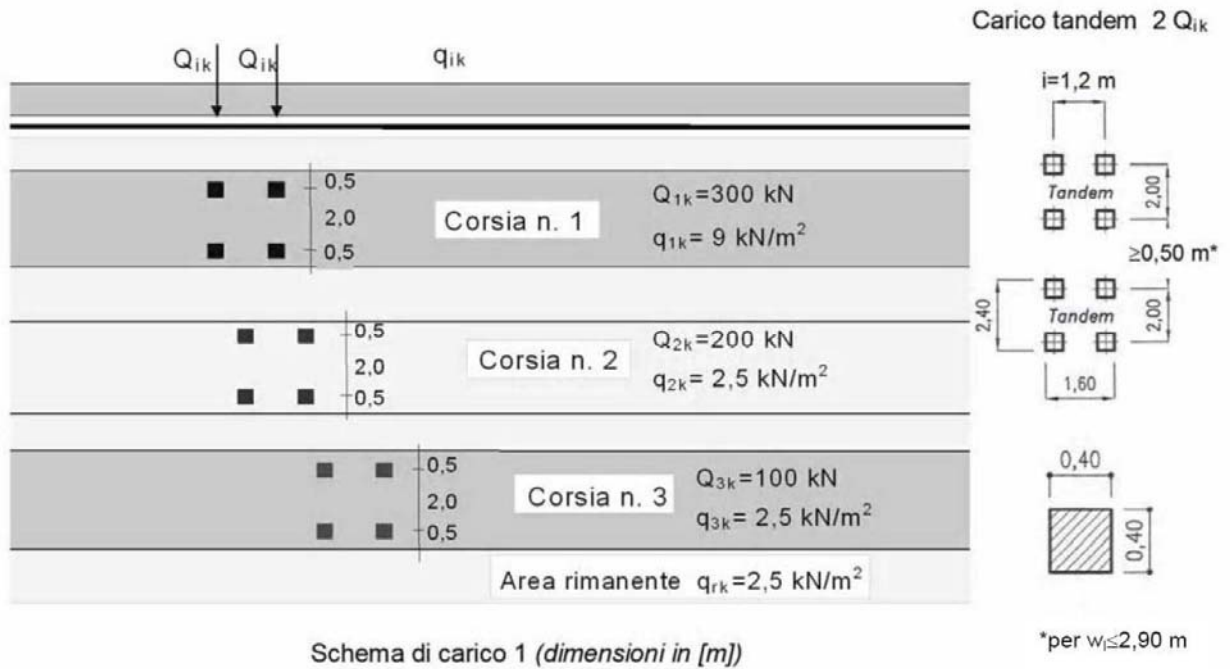
Nelle tabelle e figure successive si riportano i seguenti dati :

- caratteristiche geometriche della struttura
- sezione spiccato
- sollecitazioni indotte dall'impalcato per le varie stese di carico analizzate
- azioni elementari
- carichi elementari permanenti, variabili ed indotti, nelle condizioni di carico previste
- combinazioni di carico in esercizio
- riepilogo delle sollecitazioni all'intradosso del plinto

#### 6.1.1 CARICHI MOBILI

Secondo la normativa, si considerano agenti colonne di carico con il seguente schema:





Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

Il carico verticale distribuito è dato dalla somma del carico di 9kN/m<sup>2</sup>, che secondo la normativa deve essere distribuito su tutta la colonna, più il carico equivalente al mezzo da 600kN. Questo valore equivalente si calcola partendo da una zona di applicazione del carico di forma rettangolare con lati 2.2m e 3m. L'area di distribuzione del carico si amplia secondo un angolo di diffusione di 30°. Ad ogni quota di affondamento corrisponde una differente area di diffusione ed un diverso carico distribuito. Il valore equivalente è dato dalla media del carico distribuito sull'altezza della parete. Per esempio, svolgendo i calcoli per un muro di 9.30 m, si può ottenere il valore di un carico uniforme equivalente di:

$$q_{acc\ sp} = 32.50 \text{ kN/m}^2$$

ai quali si aggiunge il carico di 9 kN/m<sup>2</sup> di cui sopra.

### 6.1.2 SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (G3\_WOOD)

La sovraspinta sismica del terreno a tergo dell'opera è modellata con il metodo di Wood (1973). Tale metodo si basa sull'ipotesi che la parete interrata sia soggetta a deformazioni limitate, tali da poter assumere che il terreno si trovi in fase elastica sia in condizioni statiche che durante il sisma.

La spinta totale di progetto  $E_d$  esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, è data da:

$$E_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \gamma^* \cdot H^2$$

dove:

$a_g/g$  è l'accelerazione di progetto attesa al sito;

S è il coefficiente di sottosuolo;

$\gamma^*$  è il peso specifico del terreno (definito di seguito);

H è l'altezza del muro.

La spinta ha punto di applicazione a metà dell'altezza  $H$  del muro, il che equivale ad applicare una pressione uniforme:

$$p = \frac{a_g}{g} \cdot S\gamma^* \cdot H$$

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

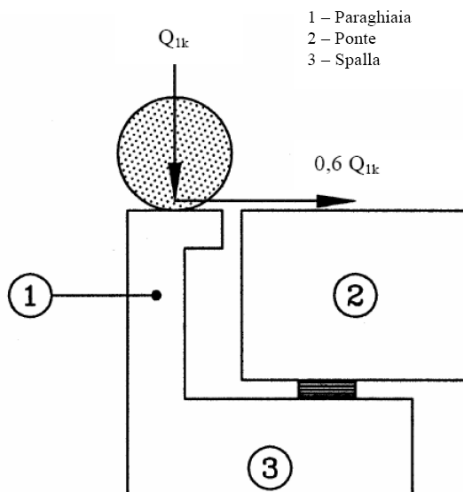
$$F_{iH} = k_h \cdot W$$

dove  $W$  è il peso degli elementi e dei sovraccarichi permanenti portati e va applicata nel baricentro dei pesi.

Per i dettagli relativi ai parametri sismici quali vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento dell'opera in oggetto si rimanda alla relazione di impalcato.

### 6.1.3 AZIONE DA FRENAMENTO SUL PARAGHIAIA (Q3\_PARAGHIAIA)

Per la verifica locale del muro paraghiaia si considera un'azione orizzontale longitudinale di frenamento, applicata alla testa del muro paraghiaia, di valore caratteristico pari al 60% del carico asse Q1k. Essendo il ponte di 1a categoria si considererà un carico orizzontale di 180 kN, concomitante con un carico verticale di 300 kN.



## 6.2 INPUT DI CALCOLO

Generali		
Peso cls	25	kN/m <sup>3</sup>
Peso terreno	20	kN/m <sup>3</sup>
Sovraccarico accidentale sul rilevato	41.5	kN/m <sup>2</sup>
Altezza appoggio + baggiolo	0.30	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	10.00	m
Paraghiaia		
Altezza	1.87	m
Lunghezza lungo asse X	0.3	m
Lunghezza lungo asse Y	11.00	m
Coordinata X del baricentro	2.80	m
Muro frontale		
Altezza	8.20	m
Lunghezza lungo asse X	1.20	m
Lunghezza lungo asse Y	11.00	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	3.65	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	0.85	m
Plinto		
Altezza	1.50	m
Lunghezza lungo asse X	11.00	m
Lunghezza lungo asse Y	14.00	m
Mensola anteriore plinto	1.25	m
Spessore ricoprimento medio	0.50	m
Muro andatore		
Altezza	10.10	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	1.20	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	8.55	m
Coordinata X del baricentro	-0.60	m
Pavimentazione		
Largh trasv imp	8.50	m
Terreno		
Angolo d'attrito interno ( $\varphi$ )	37	°
Coefficiente per il calcolo della spinta attiva	▼ Ko= 0.398 ▼	
tangente ( $\varphi$ )	0.7536	
Angolo d'attrito interno ( $\varphi$ ) M2	31.08	°
Coefficiente per il calcolo della spinta attiva M2	▼ Ko= 0.484 ▼	
Incremento di spinta sismico M2	0.271	
Sisma		
$S_c$ (valore di PGA)	0.075	
Coefficiente riduttivo	1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	0.075	
Incremento di spinta sismico	0.271	

### 6.2.1 REAZIONI IMPALCATO

Appoggio	Descrizione carico	A			B			C			D			
		FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	
	Peso proprio+pemanenti	g <sub>1</sub> +g <sub>2</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
	Centrifuga		0	0	0									
	Cedimenti vincolari (P1)	e <sub>1-3</sub>	0	0	0									
	Cedimenti vincolari (P1-P2)	e <sub>1-3</sub>	0	0	0									
	Ritiro	e <sub>2</sub>	0	0	0									
	Variazione termica differenziale	e <sub>3</sub>	0	0	0									
	Variazione termica costante	e <sub>3-2</sub>	0	0	0									
	Scorimenti viscosi	e <sub>4</sub>	0	0	0									
	C. Mobili disposiz. A - Max	q <sub>1a</sub>	653	0	0	481	0	0	300	0	0	116	0	0
	C. Mobili disposiz. A - Min	q <sub>1b</sub>	0	0	0									
	C. Mobili disposiz. B - Max	q <sub>1c</sub>	0	0	0									
	C. Mobili disposiz. B - Min	q <sub>1d</sub>	0	0	0									
	Frenata	q <sub>3</sub>	0	107	0	0	107	0	0	107	0	0	107	0
	Vento a ponte scarico	q <sub>5</sub>	0	0	0			30			30			
	Vento a ponte carico	q <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	44	0	0	44	0	0	0
	Sisma longitudinale	q <sub>6</sub>	0	114	0	0	103	0	0	101	0	0	106	0
	Sisma trasversale	q <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	106	0	0	106	0	0	0
	Sisma verticale	q <sub>6</sub>	31	0	0	28	0	0	26	0	0	27	0	0
	Attrito dei vincoli	q <sub>7</sub>	0	35	0	0	32	0	0	32	0	0	35	0

Convenzioni adottate:           asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;  
   asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;  
   asse Z è verticale e diretto verso l'alto.

Posizione baggioli (asse y)	-3.75	-1.25	1.25	3.75
Distanza asse baggioli- asse muro frontale	-0.2	m		
Distanza asse baggioli - baricentro plinto	3.85	m		

## 6.3 APPROCCIO 2

### 6.3.1 SOLLECITAZIONI SULLA SPALLA

Per i parametri dei terreni si adottano i seguenti coefficienti parziali:

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_m$	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00
Coefficiente efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,00

## SPICCATO MURO FRONTALE

### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	154.28	0.00	0.00	-0.45		9.14	0.00	-69.42
Muro frontale	g1	2706.00	0.00	0.00			4.10	0.00	0.00
		<b>2860.28</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>				<b>0.00</b>	<b>-69.42</b>
Rinterro	g3	0.00	4441.57	0.00			3.36	0.00	14908.87
Sovr. acc. sul rilevato		0.00	1830.44	0.00			5.04	0.00	9216.26

### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		11.57		-0.45	0.00	9.14	0.00	105.70
Muro frontale	q6		202.95		0.00	0.00	4.10	0.00	832.10
Rinterro	q6		6114.75		0.00	0.00	5.04	0.00	23333.34
Sovr. acc. sul rilevato			366.09				5.04	0.00	1843.25
			<b>6695.36</b>					<b>0.00</b>	<b>26114.38</b>

cond sismica y

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			11.57	-0.45	0.00	9.14	105.70	0.00
Muro frontale	q6			202.95	0.00	0.00	4.10	832.10	0.00
Rinterro	q6			166.16	0.00	0.00	5.04	836.59	0.00
				<b>380.68</b>				<b>1774.38</b>	<b>0.00</b>

cond sismica vert

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	5.79			-0.45	0.00	9.14	0.00	-2.60
Muro frontale	q6	101.48			0.00	0.00	4.10	0.00	0.00
		<b>107.26</b>						<b>0.00</b>	<b>-2.60</b>

## FONDAZIONE

### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	154.28			3.20		10.64	0.00	493.68
Muro frontale	g1	2706.00			3.65		5.60	0.00	9876.90
Plinto	g1	5775.00			0.00		0.75	0.00	0.00
Muri andatori	g1	2590.65			-0.60		6.55	0.00	-1554.39
		<b>11225.93</b>						<b>0.00</b>	<b>8816.19</b>
Rinterro	g3	18998.10			-0.60		5.80	0.00	-11398.86
Ricop. Plinto	g3	467.50			0.60		1.75	0.00	280.50
Sovr. acc. sul rilevato		3016.01			-0.60		5.80	0.00	-1809.61
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		7142.60				3.86	0.00	27546.63
Sovr. acc. sul rilevato			1625.12				5.79	0.00	9401.32

### AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		11.57		3.20	0.00	10.64	0.00	123.05
Muro frontale	q6		202.95		3.65	0.00	5.60	0.00	1136.52
Plinto	q6		433.13		0.00	0.00	0.75	0.00	324.84
Muri andatori	q6		194.30		-0.60	0.00	6.55	0.00	1272.66
Rinterro	q6		9351.37		-0.60	0.00	5.80	0.00	40357.50
Sovr. acc. sul rilevato		603.20	325.02		-0.60		5.80	0.00	1498.84
			<b>10518.34</b>						<b>44713.42</b>

cond sismica y

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			11.57	3.20	0.00	10.64	123.05	0.00
Muro frontale	q6			202.95	3.65	0.00	5.60	1136.52	0.00
Plinto	q6			433.13	0.00	0.00	0.75	324.84	0.00
Muri andatori	q6			194.30	-0.60	0.00	6.55	1272.66	0.00
Rinterro	q6			1424.86	-0.60	0.00	5.80	8264.17	0.00
Sovr. acc. sul rilevato		603.20		325.02	-0.60		5.80	1885.14	-361.92
				<b>2591.83</b>				<b>13006.39</b>	<b>-361.92</b>

cond sismica vert

Descrizione carico		FZ	FX	FY	bix	biy	biz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	5.79			3.20	0.00	10.64	0.00	18.51
Muro frontale	q6	101.48			3.65	0.00	5.60	0.00	370.38
Plinto	q6	216.56			0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
Muri andatori	q6	97.15			-0.60	0.00	6.55	0.00	-58.29
Rinterro	q6	712.43			-0.60	0.00	5.80	0.00	-427.46
Ricop. Plinto	q6	17.53			0.60	0.00	1.75	0.00	10.52
		<b>1150.93</b>						<b>0.00</b>	<b>-86.33</b>

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 permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Combinazioni di carico SLU

	Descrizione	Peso proprio	Permanenti	Centrifuga	ced. Vincolari		Ritiro	Var. termiche	Viscosità	C. mobili				Frenatura	Vento	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	attrito vincoli
AZIONI SLU STR	Vento a ponte scarico	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.00	0.72	0.72					1.50				1.50
	Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.01	0.00	0.00	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.01	0.00	0.00	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	1.01	0.00	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.01	0.00	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.01	0.00	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.01	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	1.01	0.00	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.01	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.01	0.00	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.01	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	1.01	0.00	0.90				1.50
	Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.90			1.50
	Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	0.00		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	0.90			1.50
	Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.01	0.90				1.50
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	1.35	1.35	1.35		1.20	1.20	1.20	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	1.01	0.90				1.50	
SISMA	Sisma X Nmax+	1.00	1.00							0.20					1.00	0.30	0.30		
	Sisma Z Nmax+	1.00	1.00							0.20					0.30	0.30	1.00		
	Sisma Y Nmax+	1.00	1.00							0.20					0.30	1.00	0.30		
	Sisma X Nmax-	1.00	1.00							0.20					1.00	0.30	-0.30		
	Sisma Z Nmax-	1.00	1.00							0.20					0.30	0.30	-1.00		
	Sisma Y Nmax-	1.00	1.00							0.20					0.30	1.00	-0.30		



CV16 - RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA AGLI APPOGGI												
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Nz,B [kN]	Tx,B [kN]	Ty,B [kN]	Nz,C [kN]	Tx,C [kN]	Ty,C [kN]	Nz,D [kN]	Tx,D [kN]	Ty,D [kN]
<b>AZIONI SLU STR</b>												
Vento a ponte scarico	938	213	0	865	48	45	865	48	45	938	52	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1820	52	0	1515	48	40	1270	48	40	1095	52	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1820	52	0	1515	48	40	1270	48	40	1095	52	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1599	197	0	1352	193	40	1169	193	40	1056	197	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1599	197	0	1352	193	40	1169	193	40	1056	197	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1599	52	0	1352	48	40	1169	48	40	1056	52	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1599	52	0	1352	48	40	1169	48	40	1056	52	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	938	197	0	865	193	40	865	193	40	938	197	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	938	52	0	865	48	40	865	48	40	938	52	0
<b>SISMA</b>												
Sisma X Nmax+	835	114	0	745	103	32	709	101	32	726	106	0
Sisma Z Nmax+	857	34	0	765	31	32	727	30	32	745	32	0
Sisma Y Nmax+	835	34	0	745	31	106	709	30	106	726	32	0
Sisma X Nmax-	816	114	0	729	103	32	693	101	32	710	106	0
Sisma Z Nmax-	795	34	0	710	31	32	675	30	32	691	32	0
Sisma Y Nmax-	816	34	0	729	31	106	693	30	106	710	32	0

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
<b>AZIONI SLU STR</b>					
Vento a ponte scarico	7469	22271	828	6357	90
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	9561	37632	-5212	8302	79
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	9561	37632	-5212	8302	79
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	9038	41758	-3700	8879	79
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	9038	41758	-3700	8879	79
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	9038	36113	-3700	8302	79
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	9038	36113	-3700	8302	79
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	7469	37199	836	8879	79
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	7469	31554	836	8302	79
<b>SISMA</b>					
Sisma X Nmax+	5908	40861	205	9224	178
Sisma Z Nmax+	6061	19862	182	4241	178
Sisma Y Nmax+	5908	19880	2798	4241	593
Sisma X Nmax-	5777	40876	225	9224	178
Sisma Z Nmax-	5623	19912	249	4241	178
Sisma Y Nmax-	5777	19895	2818	4241	593

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
<b>AZIONI SLU STR</b>					
Vento a ponte scarico	208	129	0	207	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	208	558	0	666	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	208	558	0	666	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	613	905	0	794	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	613	905	0	794	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	208	451	0	551	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	208	451	0	551	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	613	583	0	450	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	208	129	0	207	0
<b>SISMA</b>					
Sisma X Nmax+	156	287	3	258	3
Sisma Z Nmax+	160	131	3	155	3
Sisma Y Nmax+	156	131	11	155	12
Sisma X Nmax-	153	287	3	358	3
Sisma Z Nmax-	148	131	3	155	3
Sisma Y Nmax-	153	131	11	155	12

**Combinazioni di carico SLErare**

Descrizione	Peso proprio	Permanenti	Centrifuga		ced. Vincolari	Ritiro	Var. termiche	Viscosità		C. mobili		Frenatura	Vento	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	altro vincoli
Vento a ponte scarico	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60				1.00				1.00
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.75	0.00	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.75	0.00	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.75	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.75	0.00	1.00			1.00
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00			1.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00			1.00
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00			1.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00			1.00
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00			1.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00			1.00
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00			1.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00			1.00

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA AGLI APPOGGI**

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Nz,B [kN]	Tx,B [kN]	Ty,B [kN]	Nz,C [kN]	Tx,C [kN]	Ty,C [kN]	Nz,D [kN]	Tx,D [kN]	Ty,D [kN]
Vento a ponte scarico	695	35	0	641	32	44	641	32	44	695	35	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1348	35	0	1122	32	26	941	32	26	811	35	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1348	35	0	1122	32	26	941	32	26	811	35	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1185	142	0	1002	32	56	866	32	56	782	35	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1185	142	0	1002	32	56	866	32	56	782	35	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	26	866	32	26	782	35	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	26	866	32	26	782	35	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	695	142	0	641	32	56	641	32	56	695	35	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0

**SLErere**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
Vento a ponte scarico	5532	15935	928	4575	88
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	7082	29964	-1683	6406	53
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	7082	29964	-1683	6406	53
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	6695	28006	-631	6513	113
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	6695	28006	-631	6513	113
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1123	6406	53
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1123	6406	53
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	5532	17484	1049	6513	113
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	5532	15935	557	6406	53

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
Vento a ponte scarico	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	154	413	0	493	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	154	413	0	493	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	454	670	0	588	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	454	670	0	588	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	454	432	0	333	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
	0	0	0	0	0

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
Vento a ponte scarico	33364	7276	88	1087	26580
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	37930	8901	53	-1588	38985
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	37930	8901	53	-1588	38985
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	37542	9008	113	-428	39524
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	37542	9008	113	-428	39524
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	37542	8901	53	-1028	37782
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	37542	8901	53	-1028	37782
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	36380	9008	113	1252	35914
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	36380	8901	53	652	34172

**Combinazioni di carico SLE frequenti**

Descrizione	Peso proprio	Permanenti	Centrifuga			ced. Vincolari	Ritiro	Var. termiche	Viscosità				C. mobili	Frenatura	Vento	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	attrito vincoli
Vento a ponte scarico	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60					0.60				1.00
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.20		1.00
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.20		1.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00	0.60	0.60		0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.20		1.00

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA AGLI APPOGGI**

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Nz,B [kN]	Tx,B [kN]	Ty,B [kN]	Nz,C [kN]	Tx,C [kN]	Ty,C [kN]	Nz,D [kN]	Tx,D [kN]	Ty,D [kN]
Vento a ponte scarico	695	35	0	641	32	26	641	32	26	695	35	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	9	866	32	9	782	35	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	9	866	32	9	782	35	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1185	115	0	1002	32	31	866	32	31	782	35	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1185	115	0	1002	32	31	866	32	31	782	35	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	9	866	32	9	782	35	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1185	35	0	1002	32	9	866	32	9	782	35	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	695	115	0	641	32	31	641	32	31	695	35	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	695	35	0	641	32	9	641	32	9	695	35	0

**SLEfrequenti**

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

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
Vento a ponte scarico	5532	15935	557	4575	53
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1494	5948	18
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1494	5948	18
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	6695	27619	-1125	6028	63
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	6695	27619	-1125	6028	63
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1494	5948	18
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	6695	26457	-1494	5948	18
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	5532	17097	555	6028	63
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	5532	15935	186	5948	18

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE  
 INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA**

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
Vento a ponte scarico	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	379	586	0	543	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	379	586	0	543	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	154	334	0	408	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	379	348	0	288	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE  
 INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
Vento a ponte scarico	33364	7276	53	652	26580
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	36788	8495	18	-1463	35884
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	36788	8495	18	-1463	35884
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	36788	8575	63	-1013	37190
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	36788	8575	63	-1013	37190
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	36788	8495	18	-1463	35884
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	36788	8495	18	-1463	35884
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	35626	8575	63	667	33581
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	35626	8495	18	217	32274

**Combinazioni di carico SLE quasi permanenti**

Descrizione	Peso proprio	Permanenti	Centrifuga		cad. Vincolari	Ritiro	Var. termiche	Viscosità		C. mobili	Frenatura	Vento	Sistema X	Sistema Y	Sistema Z	attrito vincoli
Vento a ponte scarico	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	1.00	1.00	0.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA AGLI APPOGGI**

COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Nz,B [kN]	Tx,B [kN]	Ty,B [kN]	Nz,C [kN]	Tx,C [kN]	Ty,C [kN]	Nz,D [kN]	Tx,D [kN]	Ty,D [kN]
Vento a ponte scarico	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	695	0	0	641	0	0	641	0	0	695	0	0

SLEquasi permanenti

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
SLEqp	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	5532	14839	0	4442	0

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
SLEqp	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	154	95	0	153	0
	0	0	0	0	0

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE					
COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
Vento a ponte scarico	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 centr. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 ecc. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a centr. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a ecc. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b centr. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b ecc. A <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 centr. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 ecc. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a centr. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a ecc. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b centr. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b ecc. A <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 centr. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 ecc. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a centr. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a ecc. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b centr. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b ecc. B <sub>max</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 centr. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 1 ecc. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a centr. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2a ecc. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b centr. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244
Gruppo 2b ecc. B <sub>min</sub>	33364	7143	0	0	25244

6.3.2 RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	613	794	0	0	905
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	613	794	0	0	905
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	208	207	0	0	129
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	208	207	0	0	129
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	613	207	0	0	905
SLU EQU	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	575	794	0	0	905
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	575	794	0	0	905
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	170	207	0	0	129
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	170	207	0	0	129
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	575	207	0	0	905
SISMA	Nz,A <sub>max</sub>	Sisma Z Nmax+	160	155	3	3	131
	Tx,A <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	156	358	3	3	287
	Ty,A <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	156	155	12	11	131
	Mxx <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	156	155	3	11	131
	Myy <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	156	155	3	3	287
		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	9561	8302	79	-5212	37632
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	9038	8879	79	-3700	41758
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	7469	6357	90	828	22271
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amin	7469	8302	79	836	31554
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	9038	8302	79	-3700	41758
SLU EQU	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	8178	8302	79	-5212	37783
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	7655	8879	79	-3700	41909
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	6086	6357	90	828	22422
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amin	6086	8302	79	836	31705
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	7655	8302	79	-3700	41909
SISMA	Nz,A <sub>max</sub>	Sisma Z Nmax+	6061	4241	178	182	19862
	Tx,A <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	5908	9224	178	205	40861
	Ty,A <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	5908	4241	593	2798	19880
	Mxx <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax-	5777	4241	178	2818	19895
	Myy <sub>max</sub>	Sisma X Nmax-	5777	4241	178	225	40876



CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA							
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE rate	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	454	588	0	0	670
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	454	588	0	0	670
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	154	153	0	0	95
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	154	153	0	0	95
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	454	153	0	0	670
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE							
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE rate	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	7082	6406	53	-1683	29964
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	6695	6513	113	-631	28006
	Ty,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	6695	6513	113	-631	28006
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amin	5532	6513	113	1049	17484
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	7082	6513	113	-1683	29964

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA							
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE freq	Gruppo 2a centr. Amax		379	543	0	0	586
	Gruppo 2a centr. Amax		379	543	0	0	586
	Vento a ponte scarico		154	153	0	0	95
	Vento a ponte scarico		154	153	0	0	95
	Gruppo 2a centr. Amax		379	153	0	0	586
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE							
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLEfreq	Gruppo 1 centr. Amax		6695	5948	18	-1494	26457
	Gruppo 2a centr. Amax		6695	6028	63	-1125	27619
	Gruppo 2a centr. Amax		6695	6028	63	-1125	27619
	Vento a ponte scarico		5532	4575	63	557	15935
	Gruppo 2a centr. Amax		6695	4575	63	-1125	27619

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA						
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLEqp		154	153	0	0	95

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE						
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLEqp		5532	4442	0	0	14839

#### 6.4 VERIFICA ARMATURA PARAGHIAIA

Le sollecitazioni massime risultanti per la verifica di armatura di cui al par. precedente al metro di lunghezza di paraghiaia valgono:

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	56	72	0	0	82
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	56	72	0	0	82
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	19	19	0	0	12
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	19	19	0	0	12
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	56	19	0	0	82
SLU EQU	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	52	72	0	0	82
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	52	72	0	0	82
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	15	19	0	0	12
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	15	19	0	0	12
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	52	19	0	0	82
SISMA	Nz,A <sub>max</sub>	Sisma Z Nmax+	15	14	0	0	12
	Tx,A <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	14	33	0	0	26
	Ty,A <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	14	14	1	1	12
	Mxx <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	14	14	0	1	12
	Myy <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	14	14	0	0	26

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE rare	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	41	53	0	0	61
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	41	53	0	0	61
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	14	14	0	0	9
	Mxx <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	14	14	0	0	9
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	41	14	0	0	61

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE freq		Gruppo 2a centr. Amax	34	49	0	0	53
		Gruppo 2a centr. Amax	34	49	0	0	53
		Vento a ponte scarico	14	14	0	0	9
		Vento a ponte scarico	14	14	0	0	9
		Gruppo 2a centr. Amax	34	14	0	0	53

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA				
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
	SLEqp	14	14	0	0	9

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: Paraghiaia**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	188.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	352205	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-15.0	-50.0
2	-15.0	50.0
3	15.0	50.0
4	15.0	-50.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-8.0	-43.0	20
2	-8.0	43.0	20
3	8.0	43.0	20
4	8.0	-43.0	20

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5600	0	8300	0	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	4100	0	6100

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	3400	0 (0)	5300 (5438)

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	1400	0 (0)	900 (5708)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0	cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.0	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	5600	0	8200	5604	0	14343	1.687	-----

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00420	15.0	50.0	-0.00069	8.0	43.0	-0.01028	-8.0	-43.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000599174	0.000000000	-0.005487632	----	----

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

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale <0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	7200	15740	23.0	100.0	0.0068	0.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

1	S	72.3	15.0	50.0	-1868	-8.0	-21.5	1100	15.7	16.0	1.00
---	---	------	------	------	-------	------	-------	------	------	------	------

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	63.1	15.0	50.0	-1637	-8.0	-43.0	1100	15.7	16.0	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera $f_{ctm}$ in almeno una combinazione
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-31.4	0	0.125	20	60.0	0.511	0.00042 (0.00033)	222	0.158 (0.30)	0	5438

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.3	15.0	50.0	-240	-8.0	0.0	1050	15.7	16.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.9	0	0.125	20	60.0	-19.115	0.00005 (0.00005)	219	0.018 (0.20)	0	5708

**6.5 VERIFICA ARMATURA MURO FRONTALE**

Le sollecitazioni massime risultanti per la verifica di armatura sono quelle di cui al par.6.3.2.

Si verifica una sezione di lunghezza unitaria dividendo le sollecitazioni per lo sviluppo del muro frontale e si hanno al metro lineare:

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	869	755	7	-474	3421
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	822	807	7	-336	3796
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	679	578	8	75	2025
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amin	679	755	7	76	2869
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	822	755	7	-336	3796
SLU EQU	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	743	755	7	-474	3435
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	696	807	7	-336	3810
	Ty,A <sub>max</sub>	Vento a ponte scarico	553	578	8	75	2038
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amin	553	755	7	76	2882
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	696	755	7	-336	3810
SISMA	Nz,A <sub>max</sub>	Sisma Z Nmax+	551	386	16	17	1806
	Tx,A <sub>max</sub>	Sisma X Nmax+	537	839	16	19	3715
	Ty,A <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax+	537	386	54	254	1807
	Mxx <sub>max</sub>	Sisma Y Nmax-	525	386	16	256	1809
	Myy <sub>max</sub>	Sisma X Nmax-	525	386	16	20	3716

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLE rare	Nz,A <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	644	582	5	-153	2724
	Tx,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	609	592	10	-57	2546
	Ty,A <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amax	609	592	10	-57	2546
	Mxx <sub>max</sub>	Gruppo 2a centr. Amin	503	592	10	95	1589
	Myy <sub>max</sub>	Gruppo 1 centr. Amax	644	592	10	-153	2724

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE				
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLEfreq	Gruppo 1 centr. Amax	609	541	2	-136	2405
	Gruppo 2a centr. Amax	609	548	6	-102	2511
	Gruppo 2a centr. Amax	609	548	6	-102	2511
	Vento a ponte scarico	503	416	6	51	1449
	Gruppo 2a centr. Amax	609	416	6	-102	2511

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE				
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLEqp		503	404	0	0	1349

## DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

### NOME SEZIONE: Muro front-rev1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	188.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	352205	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

## CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-60.0	-50.0
2	-60.0	50.0
3	60.0	50.0
4	60.0	-50.0

## DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-53.2	-40.0	26
2	-53.2	40.0	26
3	51.5	-40.0	26
4	51.5	40.0	26
5	-47.0	-40.0	26
6	-47.0	40.0	26

## DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
--------	--



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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	3	26
3	5	6	8	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	82200	33600	379600	700	80700
2	52500	2000	371600	1600	38600
3	69600	33600	381000	700	80700

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	64400	15300	272400

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	60900	13600 (5842)	240500 (103311)
2	60900	10200 (4288)	251100 (105555)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	50300	0 (0)	134900 (115633)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.5	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.5	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	82200	33600	379600	82213	40863	447540	1.177	-----
2	S	52500	2000	371600	52512	1171	443884	1.193	-----
3	S	69600	33600	381000	69592	37472	443737	1.163	-----

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00171	60.0	50.0	0.00258	51.5	40.0	-0.00789	-53.2	-40.0
2	0.00350	-0.00395	60.0	50.0	0.00227	51.5	40.0	-0.01290	-53.2	-40.0
3	0.00350	-0.00192	60.0	50.0	0.00255	51.5	40.0	-0.00834	-53.2	-40.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000085119	0.000019453	-0.002579777	----	----
2	0.000144278	0.000000770	-0.005195177	----	----
3	0.000089790	0.000018659	-0.002820367	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	133.6	60.0	50.0	-2696	-53.2	-40.0	1944	106.2	6.2	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	118.3	60.0	50.0	-2365	-53.2	-40.0	1941	106.2	6.2	0.50
2	S	119.6	60.0	50.0	-2433	-53.2	-40.0	2095	106.2	6.2	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera $f_{ctm}$ in almeno una combinazione
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-72.2	0	0.125	26	55.0	0.908	0.00107 (0.00047)	146	0.267 (0.30)	5842	103311
2	S	-73.7	0	0.125	26	55.0	0.912	0.00111 (0.00049)	148	0.279 (0.30)	4288	105555

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	60.5	60.0	50.0	-1175	-53.2	31.1	2500	106.2	6.2	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-36.2	0	0.125	26	55.0	0.633	0.00037 (0.00024)	153	0.097 (0.20)	0	115633

A taglio si prevedono 10spille $\phi$ 12/mq:

GEOMETRIA DELLA SEZIONE	
Base sezione: b=	1000 mm
Altezza sezione: h =	1200 mm
Copriferro: c =	50 mm
DATI ARMATURA	
Armatura Longitudinale	
Diametro armatura tesa=	26 mm
N° barre tese =	20
Diametro armatura compressa =	26 mm
N° barre compresse =	5
Armatura Trasversale	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	12 mm
Passo armatura a Taglio=	320 mm
N° bracci delle staffe=	3
Inclinazione staffe : $\alpha$ =	90 °
Inclinazione puntone : $\theta$ =	22 °

AZIONI	
$N_{Ed}$ =	0.00 kN
$V$ =	807.00 kN
$\gamma_{Rd}$ =	1.00
$V_{Ed} = V \cdot \gamma_{Rd} =$	807.00 kN

Resistenza sezioni non armate a taglio	$V_{Rd}$	622.77 kN
$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / 3 + \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		OCCORRE ARMATURA A TAGLIO
Resistenza sezioni armate a taglio		
Resistenza per rottura armatura a taglio	$V_{Rsd}$	1062.30 kN
$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
Resistenza per sezioni armate a taglio	$V_{Rcd}$	2851.92 kN
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		SEZIONE VERIFICATA
$V_{RD} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) > V_{Ed}$		1062.30 kN

## 6.6 VERIFICA ARMATURA BAGGIOLO

La massima azione orizzontale agente sul baggiolo è calcolata come di seguito indicato:

- Peso proprio+permanenti                      695 kN/trave
- Carichi mobili C.C. max                      653 kN/trave

$$(a_g/g)_{\max} = 0.21$$

$$\text{Forza agente} = (695 + 653 \cdot 0.2) \cdot 0.21 = 173 \text{ kN}$$

Per ottenere un valore agli SLU si moltiplica, a favore di sicurezza, per un coefficiente pari a 1.5 ottenendo  $173 \cdot 1.5 = 260 \text{ kN}$

### Meccanismo con tirante orizzontale

#### - Resistenza dell'armatura

Dall'equilibrio delle forze in gioco deve risultare:

$$P_R = P_{RS} = (A_s \cdot f_{yd} - H_{ed}) \cdot 0.9 d / L$$

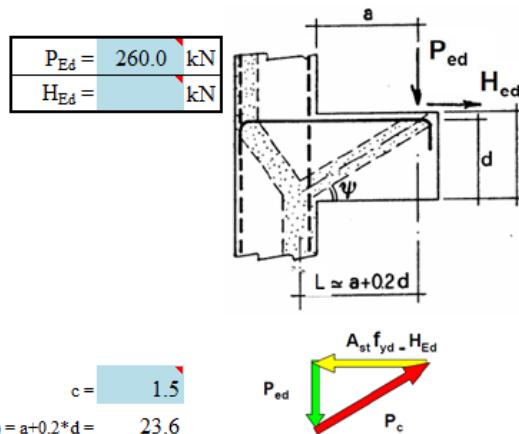
Verifica soddisfatta se  $P_R > P_{Ed}$

DATI GEOMETRICI	h (cm) =	50
	b (cm) =	50
	d (cm) =	43
	a (cm) =	15

DATI ARMATURA	n° fermi	6
	Φ (mm)	14
	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> ) =	9.24

RESISTENZE CLS	R <sub>ck</sub> (Mpa) =	35
	f <sub>ck</sub> (Mpa) =	29.05
	f <sub>cd</sub> (Mpa) =	16.46

RESIST. ACCIAIO	f <sub>yk</sub> (Mpa) =	450
	f <sub>yd</sub> (Mpa) =	391.3



$$c = 1.5$$

$$L \text{ (cm)} = a + 0.2 \cdot d = 23.6$$

$$\lambda = L / 0.9 \cdot d = 0.61$$

$$P_{RS} \text{ [kN]} = 592.7 > P_{Ed} \text{ [kN]} = 260.0 \text{ ok!}$$

$$P_{RC} \text{ [kN]} = 1547.9 > P_{RS} \text{ [kN]} = 592.7 \text{ ok!}$$

#### - Resistenza del puntone di calcestruzzo

Verifica soddisfatta se:

$$P_{RC} = 0.4 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot c / (1 + \lambda^2) \geq P_R = P_{RS}$$

c = 1 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura

c = 1.5 sbalzi di travi provvisti di staffatura

b = larghezza della mensola

## 6.7 VERIFICA ARMATURA RITEGNO TRASVERSALE

L'azione sismica di cui al paragrafo precedente, vale per l'intero impalcato:

$$F_{\text{sisTrasv}} = 174 \text{ kN} \cdot 4 = 696 \text{ kN}$$

Considerando due ritegni, sul singolo l'azione agente è data da:

$$F_{\text{sisrit}} = 696/2 = 348 \text{ kN}$$

Per ottenere un valore agli SLU si moltiplica, a favore di sicurezza, per un coefficiente pari a 1.5 ottenendo 522 kN.

Meccanismo con tirante orizzontale

- Resistenza dell'armatura

Dall'equilibrio delle forze in gioco deve risultare:

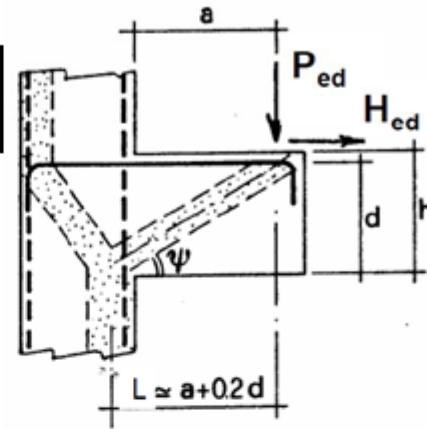
$$P_R = P_{RS} = (A_s \cdot f_{yd} - H_{ed}) \cdot 0.9d/L$$

Verifica soddisfatta se  $P_R > P_{ed}$

DATI GEOMETRICI	h (cm) =	50
	b (cm) =	50
	d (cm) =	43
	a (cm) =	26

$P_{Ed}$ =	522.0	kN
$H_{Ed}$ =		kN

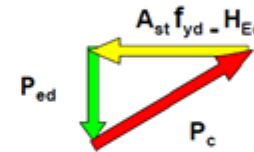
altezza di battuta trave



DATI ARMATURA	n° ferri	6
	Φ (mm)	16
	$A_s$ (cm <sup>2</sup> ) =	12.06

RESISTENZE CLS	$R_{ck}$ (Mpa) =	35
	$f_{ck}$ (Mpa) =	29.05
	$f_{cd}$ (Mpa) =	16.46

$c = 1.5$   
 $L$  (cm) =  $a + 0.2 \cdot d = 34.6$   
 $\lambda = L / 0.9 d = 0.89$



RESIST. ACCIAIO	$f_{yk}$ (Mpa) =	450
	$f_{yd}$ (Mpa) =	391.3

$P_{RS}$  [kN] = 528.0 >  $P_{Ed}$  [kN] = 522.0 **ok!**  
 $P_{RC}$  [kN] = 1180.2 >  $P_{RS}$  [kN] = 528.0 **ok!**

- Resistenza del puntone di calcestruzzo

Verifica soddisfatta se:

$$P_{RC} = 0.4 b d f_{cd} c / (1 + \lambda^2) \geq P_R = P_{RS}$$

$c = 1$  per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura

$c = 1.5$  sbalzi di travi provvisti di staffatura

$b$  = larghezza della mensola

N.B.: la resistenza del puntone di calcestruzzo deve essere maggiore di quella del tirante in acciaio per soddisfare la gerarchia di resistenze

## 7. MURO ANDATORE

Il calcolo del paramento del muro si effettua mediante l'utilizzo di schemi statici semplificati per piastre e l'utilizzo delle tabelle di Bares.

In funzione delle lunghezze della piastra si applicano contemporaneamente i carichi risultanti rettangolari e triangolari, come da analisi seguenti.

Si calcolano le pareti con lo schema di piastra incastrata su due lati.

Le dimensioni del muro sono:

lunghezza: 8.55m

altezza: 10.00 m

spessore allo spiccato: 1.20m

spessore a 6.10m dallo spiccato: 0.60m

Di seguito si considera una striscia di verifica di lunghezza unitaria.

Con le notazioni seguenti,  $M_y$  è il momento di verifica delle barre verticali ed  $M_x$  delle barre orizzontali.

### 7.1 SEZIONE DI SPICCATO SP.120CM

#### DATI INPUT DI CALCOLO

Lunghezza muro	[a]	8.55	m
Altezza muro	[b]	10.00	m
Spessore muro	[s]	1.20	m
Peso cls	$[\gamma_{cls}]$	25	kN/m <sup>3</sup>
Peso terreno	$[\gamma_t]$	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo d'attrito	$[\varphi]$	35	°
$K_o$		0.426	
$K_a$		0.271	
$K_{ss}$		0.291	
$a_g * S$		0.075	
Sovraccarico		41.5	kPa
S.L.U. coeff.		1.35	
S.L.E. coeff.		1.00	
S.L.SISMA coeff.		1.00	

valori caratteristici:

$$N = (6.1 * 1.20 + 3.9 * 0.6) * 25 = 241.5 \text{ kN/m}$$

*carico verticale peso proprio*

$$Q_1 = 41.5 * 0.426 = 17.7 \text{ kN/m}$$

*spinta carico accidentale*

$$Q_2 = 20 * 0.426 * 10.00 = 85.2 \text{ kN/m}$$

*spinta rinterro*

- **Combinazione SLU e SLE rara**

$$SLU: 1.35N + 1.5Q_1 + 1.35Q_2$$

$$SLE rara: N + Q_1 + Q_2$$



Combinazioni S.L.U.			Combinazioni S.L.E. rara		
$M_x^+$	105	kNm/m	$M_x^+$	77	kNm/m
$M_x^-$	-1209	kNm/m	$M_x^-$	-896	kNm/m
$M_y^+$	252	kNm/m	$M_y^+$	187	kNm/m
$M_y^-$	-1741	kNm/m	$M_y^-$	-1290	kNm/m
$T_x^+$	464	kN/m			
$T_x^-$	-43	kN/m			
$T_y^+$	913	kN/m			
$T_y^-$	-42	kN/m			

- **SLEfreq**

$$N = (6.1 \cdot 1.20 + 3.9 \cdot 0.6) \cdot 25 = 241.5 \text{ kN/m}$$

*carico verticale peso proprio*

$$Q^1 = 41.5 \cdot 0.426 \cdot 0.75 = 13.2 \text{ kN/m}$$

*spinta carico accidentale*

$$Q^2 = 20 \cdot 0.426 \cdot 10.00 = 85.2 \text{ kN/m}$$

*spinta rinterro*

Combinazioni S.L.E. freq		
$M_x^+$	68	kNm/m
$M_x^-$	-790	kNm/m
$M_y^+$	175	kNm/m
$M_y^-$	-1182	kNm/m

- **SLEqp**

$$N = (6.1 \cdot 1.20 + 3.9 \cdot 0.6) \cdot 25 = 241.5 \text{ kN/m}$$

*carico verticale peso proprio*

$$Q^2 = 20 \cdot 0.426 \cdot 10.00 = 85.2 \text{ kN/m}$$

*spinta rinterro*

Combinazioni S.L.E. qp		
$M_x^+$	38	kNm/m
$M_x^-$	-472	kNm/m
$M_y^+$	138	kNm/m
$M_y^-$	-858	kNm/m

- **Combinazione sismica**

$N = b \cdot s \cdot \gamma_{cls} =$	$=(6.1 \cdot 1.20 + 3.9 \cdot 0.6) \cdot 25 =$	241.50 kN/m	carico verticale peso proprio
$Q_1 = \gamma_t \cdot K \cdot 0.5 =$	$41.5 \cdot 0.426 \cdot 0.5 =$	8.85 kN/m	50% spinta carico accidentale
$Q_2 = b \cdot \gamma_t \cdot K =$	$10 \cdot 20 \cdot 0.426 =$	85.28 kN/m	spinta rinterro
$Q_4 = Q_2 \cdot (K_{33} - K_3) / K_3 =$	$85.28 \cdot (0.291 - 0.271) / 0.271 =$	6.30 kN/m	incremento spinta rinterro
$Q_6 = N \cdot a_g \cdot S =$	$241.5 \cdot 0.075 =$	18.11 kN/m	inerzia muro
$Q_7 = \gamma_t \cdot b \cdot a_g \cdot S =$	$20 \cdot 10 \cdot 0.075 =$	15.00 kN/m	inerzia rinterro

**Combinazioni S.L.SISMA**

$M_x^+$	119	kNm/m
$M_x^-$	-1352	kNm/m
$M_y^+$	254	kNm/m
$M_y^-$	-1821	kNm/m
$T_x^+$	510	kN/m
$T_x^-$	-47	kN/m
$T_y^+$	938	kN/m
$T_y^-$	-47	kN/m

**7.1.1 VERIFICA ARMATURA VERTICALE**

Si adottano  $\phi 26/10$  lato monte e  $\phi 20/20$  lato valle:

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** andatore120

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	188.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	31.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	200000 daN/cm <sup>2</sup>

Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	8.5	26
2	40.0	8.5	26
3	-40.0	110.5	20
4	40.0	110.5	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	8	26
2	3	4	3	20

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	182100	0	0	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	129000	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	118200 (91488)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	85800 (91488)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	182100	0	0	220129	0	1.209	53.1(20.6)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01138	-50.0	120.0	0.00075	-40.0	110.5	-0.02876	-40.0	8.5

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

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

C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				C.Rid.
N°Comb	a	b	c	x/d	
1	0.000000000	0.000289320	-0.031218358	0.108	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	69.5	-50.0	120.0	-2419	31.1	8.5	2630	53.1	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	63.7	50.0	120.0	-2216	-22.2	8.5	2630	53.1	8.9	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera fctm in almeno una combinazione											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	= $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e$ e $\text{sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]											

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-40.1	0	0.125	26	72.0	0.700	0.00078 (0.00044)	226	0.298 (0.30)	91488	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	46.2	-50.0	120.0	-1609	31.1	8.5	2630	53.1	8.9	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-29.1	0	0.125	26	72.0	0.432	0.00035 (0.00032)	226	0.133 (0.20)	91488	0

A taglio si prevedono 10spille $\phi$ 12/mq:

GEOMETRIA DELLA SEZIONE	
Base sezione: b=	1000 mm
Altezza sezione: h =	1200 mm
Copriferro: c =	50 mm
DATI ARMATURA	
Armatura Longitudinale	
Diametro armatura tesa=	26 mm
N° barre tese =	10
Diametro armatura compressa =	20 mm
N° barre compresse =	5
Armatura Trasversale	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	12 mm
Passo armatura a Taglio=	320 mm
N° bracci delle staffe=	3
Inclinazione staffe : $\alpha$ =	90 °
Inclinazione puntone : $\theta$ =	22 °

AZIONI	
$N_{Ed}$ =	0.00 kN
$V$ =	938.00 kN
$\gamma_{Rd}$ =	1.00
$V_{Ed} = V \cdot \gamma_{Rd} =$	938.00 kN

Resistenza sezioni non armate a taglio	$V_{Rd}$	622.77 kN
$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 - \rho_1 \cdot f_{ck}) / 3 / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		OCCORRE ARMATURA A TAGLIO
Resistenza sezioni armate a taglio		
Resistenza per rottura armatura a taglio	$V_{Rsd}$	1062.30 kN
$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$		
Resistenza per sezioni armate a taglio	$V_{Rcd}$	2851.92 kN
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$		SEZIONE VERIFICATA
$V_{RD} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) > V_{Ed}$		1062.30 kN

## 7.1.2 VERIFICA ARMATURA ORIZZONTALE

Si adottano  $\phi 20/10$  lato monte e  $\phi 20/20$  lato valle:

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

**NOME SEZIONE:** andatore120orizz

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	188.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1 * \beta 2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.0	20
2	40.0	7.0	20
3	-40.0	108.0	20
4	40.0	108.0	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	8	20
2	3	4	3	20

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	24150	135200	0	0	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	89600	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	79000 (85501)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	47200 (85501)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm



Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	24150	135200	0	24135	147993	0	1.094	-----

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01347	50.0	120.0	-0.00046	40.0	108.0	-0.03378	-40.0	7.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	0.000329913	-0.036089541	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	58.0	-50.0	120.0	-2751	31.1	7.0	2058	31.4	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	51.2	-50.0	120.0	-2425	31.1	7.0	2058	31.4	8.9	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera  $f_{ctm}$  in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= $(S1 + S2)/(2*S1)$ con riferimento all'area tesa $A_{c\ eff}$
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	= $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e\ sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-28.6	-18.6	0.206	20	60.0	0.414	0.00050 (0.00049)	246	0.210 (0.30)	85501	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	30.6	50.0	120.0	-1449	31.1	7.0	2058	31.4	8.9	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-17.1	-11.1	0.206	20	60.0	-0.641	0.00029 (0.00029)	246	0.121 (0.20)	85501	0

**7.2 SEZIONE SP.60CM**

Per la sezione rastremata si adotta un modello di mensola incastrata. Si considera una sezione di lunghezza unitaria e altezza 3.9m:

- **valori caratteristici:**

$N = (3.9 * 0.6) * 25 = 58.5 \text{ kN/m}$  *carico verticale peso proprio*

$Q^1 = 41.5 * 0.426 = 17.7 \text{ kN/m}$  *spinta carico accidentale*

$Q^2 = 20 * 0.426 * 3.9 = 33.2 \text{ kN/m}$  *spinta rinterro*

**SLE:**

*Rara*

$M = 218.8 \text{ kNm}$

*Frequente*

$M = 185 \text{ kNm}$

*Quasi permanente*

$M = 84.2 \text{ kNm}$

- **Combinazione SLU:**

$$SLU: 1.35N+1.5Q^1+1.35Q^2$$

$$N = 79 \text{ kN/m}$$

*carico verticale peso proprio*

$$Q^1 = 26.6 \text{ kN/m}$$

*spinta carico accidentale*

$$Q^2 = 44.8 \text{ kN/m}$$

*spinta rinterro*

$$M = 315.5 \text{ kNm}$$

$$T = 190.9 \text{ kN}$$

- **Combinazione sismica**

$N = b * s * \gamma_{cls} =$	$(3.9*0.6)*25 =$	58.50 kN/m	<i>carico verticale peso proprio</i>
$Q_1 = \gamma_t * K * 0.5 =$	$41.5*0.426*0.5 =$	8.85 kN/m	<i>50% spinta carico accidentale</i>
$Q_2 = b * \gamma_t * K =$	$3.9 * 20 * 0.426 =$	33.26 kN/m	<i>spinta rinterro</i>
$Q_4 = Q_2 * (K_{bs} - K_b) / K_b =$	$33.26 * (0.291 - 0.271) / 0.271 =$	2.46 kN/m	<i>incremento spinta rinterro</i>
$Q_6 = N * a_g * S =$	$58.5 * 0.075 =$	4.39 kN/m	<i>inerzia muro</i>
$Q_7 = \gamma_t * b * a_g * S =$	$20 * 3.9 * 0.075 =$	5.85 kN/m	<i>inerzia rinterro</i>

$$M = 218.6 \text{ kNm}$$

$$T = 137.6 \text{ kN}$$

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** andatore60

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	188.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	31.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.0	20
2	40.0	7.0	20
3	-40.0	53.0	20
4	40.0	53.0	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	31550	0	19090	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	21880	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	18500 (21176)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	8420 (21176)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	31550	0	0	32281	0	1.023	15.7(9.9)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1	0.00350	-0.01230	-50.0	60.0	-0.00080	-40.0	53.0	-0.02906	-40.0	7.0
---	---------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------	-----

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

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000614362	-0.033361695	0.107	0.700

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

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata						
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)						
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]						
d	Altezza utile sezione [cm]						
bw	Larghezza minima sezione [cm]						
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]						
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]						
N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	19090	22512	55.0	100.0	0.0029	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	60.8	-50.0	60.0	-2881	20.0	7.0	1973	15.7	20.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	51.4	-50.0	60.0	-2436	20.0	7.0	1973	15.7	20.0	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera $f_{ctm}$ in almeno una combinazione											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	= $1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(fctm/S2)^2 = 1-Beta12*(Mfess/M)^2$											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure Il valore limite = $0.4*Ss/Es$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-27.1	-8.4	0.164	20	60.0	0.345	0.00049 (0.00049)	324	0.269 (0.30)	21176	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	23.4	-50.0	60.0	-1108	20.0	7.0	1973	15.7	20.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

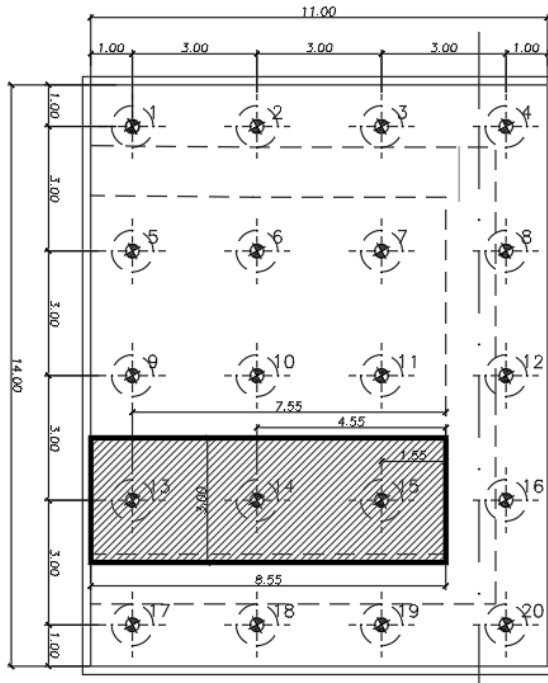
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-12.3	-3.8	0.164	20	60.0	-2.163	0.00022 (0.00022)	324	0.122 (0.20)	21176	0

## 8. FONDAZIONE

### 8.1 ARMATURA TRASVERSALE

Il plinto è stato verificato in corrispondenza della terna di pali più sollecitati nella zona centrale meno rigida (non in adiacenza ai muri frontale e andatori), considerando uno schema di mensola incastrata in corrispondenza del muro frontale.

Si considera la porzione di fondazione evidenziata nello schema seguente:



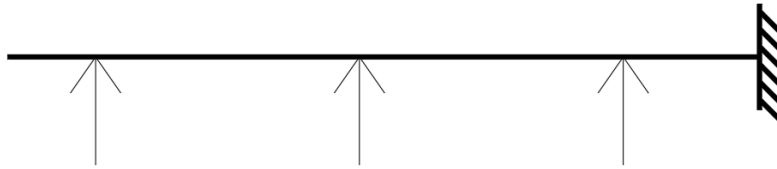
Sollecitazioni massime nei pali (per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione di verifica dei pali P03CV16STRRE04).

<i>SLU</i>	<i>Gruppo 1 centr. Amax</i>
<b>Palo</b>	<b>N</b>
n°	kN
13	1249
14	2159
15	3070

<i>SLErare</i>	<i>Gruppo 1 centr. Amax</i>
<b>Palo</b>	<b>N</b>
n°	kN
12	2502
13	1125
14	1580

Schema di carico:





Alle azioni sul palo si sottraggono il peso della fondazione e del terreno sovrastante:

Peso porzione di fondazione gravante sul singolo palo per area di influenza:

$W_{13} = 281$	kN
$W_{14} = 338$	kN
$W_{15} = 343$	kN

Peso porzione di terreno gravante sul singolo palo per area di influenza:

$Q_{13} = 1069$	kN
$Q_{14} = 1283$	kN
$Q_{15} = 1304$	kN

Si ha:

	Palo	$N_{palo}$	$W_{fond}$	Q	$N_{palo}-W_{fond}-Q$	b	M	
	n°	kN	kN	kN	kN	(m)	kNm	
<b>SLU</b>	13	1810	281	1069	460	7.55	3473	
	14	2270	338	1283	650	4.55	2958	
	15	2720	343	1304	1073	1.55	1663	
				tot.	2183	tot.	8094	
				$T_{max} =$	<b>728</b>	$M_{max} =$	<b>2698</b>	kNm/ml
	Palo	$N_{palo}$	$W_{fond}$	Q	$N_{palo}-W_{fond}-Q$	b	M	
	n°	kN	kN	kN	kN	(m)	kNm	
<b>SLE</b>	13	1580	281	1069	230	7.55	1737	
	14	1780	338	1283	160	4.55	728	
	15	1990	343	1304	343	1.55	532	
						tot.	2996	
						$M_{max} =$	<b>999</b>	kNm/ml

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: FONDAZIONE SPALLA**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C28/35	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	10.0	26
2	40.0	10.0	26
3	-40.0	142.0	20
4	40.0	142.0	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	8	26
2	3	4	3	20

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	269800	0	0	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	99900	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	99900 (123163)	0 (0)

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	99900 (123163)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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

CV16 - RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	269800	0	0	278601	0	1.033	53.1(23.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01392	-50.0	150.0	0.00133	-40.0	142.0	-0.03443	-40.0	10.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000270908	-0.037136161	0.092	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	23.8	50.0	150.0	-290	4.4	10.0	----	----	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	23.8	50.0	150.0	-290	4.4	10.0	----	----	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera $f_{ctm}$ in almeno una combinazione
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [daN/cm²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [daN/cm²] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= $(S1 + S2)/(2*S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	= $1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(f_{ctm}/S2)^2 = 1-Beta12*(M_{fess}/M)^2$
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Il valore limite = $0.4*Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---------	---------

1 S -22.4 0 ---- ---- ---- ---- ---- ---- 123163 0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	23.8	50.0	150.0	-290	4.4	10.0	----	----	----	----

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-22.4	0	----	----	----	----	----	----	----	123163	0

Per la verifica a taglio si dispongono cavallotti  $\phi 20/100 \times 100$

GEOMETRIA DELLA SEZIONE	
Base sezione: b=	1000 mm
Altezza sezione: h =	1500 mm
Copriferro: c =	50 mm
DATI ARMATURA	
Armatura Longitudinale	
Diametro armatura tesa=	26 mm
N° barre tese =	10
Diametro armatura compressa =	20 mm
N° barre compresse =	5
Armatura Trasversale	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	20 mm
Passo armatura a Taglio=	1000 mm
N° bracci delle staffe=	2
Inclinazione staffe : $\alpha$ =	90 °
Inclinazione puntone : $\theta$ =	22 °

AZIONI	
$N_{Ed}$ =	0.00 kN
$V$ =	728.00 kN
$\gamma_{Rd}$ =	1.00
$V_{Ed} = V * \gamma_{Rd} =$	728.00 kN

<b>Resistenza sezioni non armate a taglio</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>565.06 kN</b>
$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		<b>OCCORRE ARMATURA A TAGLIO</b>
<b>Resistenza sezioni armate a taglio</b>		
<b>Resistenza per rottura armatura a taglio</b>	<b><math>V_{Rsd}</math></b>	<b>793.73 kN</b>
$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$		
<b>Resistenza per sezioni armate a taglio</b>	<b><math>V_{Rcd}</math></b>	<b>3595.90 kN</b>
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$		<b>SEZIONE VERIFICATA</b>
$V_{RD} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) > V_{Ed}$		<b>793.73 kN</b>

## 8.2 PUNZONAMENTO

Si conduce nel seguente paragrafo la verifica al punzonamento del plinto ad opera dei pali di fondazione.

Si esegue la verifica allo stato limite ultimo con la formula:

$$P_{resistente} = 0.5 * u * h * f_{ctd}$$

Dove:

h = spessore plinto;

u = perimetro del contorno ottenuto mediante una ripartizione a 45° dell'impronta di carico ( palo di fondazione) fino al piano medio del plinto;

$f_{ctd}$  = valore di calcolo della resistenza a trazione del cls

Resistenza cubica del cls $R_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	35
Resistenza media a trazione $f_{ctm}$ (N/mm <sup>2</sup> )	2.83
Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.98
Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.32

Le sollecitazioni di progetto si ottengono sommando le reazioni sui pali che insistono sulla superficie di punzonamento. Le sollecitazioni sono diminuite del peso del plinto e del terreno di ricoprimento che non effettuano azione di punzonamento essendo carichi diretti.

L'azione sollecitante risulta in definitiva:

$$P_{sollecitante} = R_{pali} - N_{plinto} - N_{terreno}$$

(a favore di sicurezza si trascura il contributo del terreno)

La verifica risulta soddisfatta se:

$$P_{sollecitante} \leq P_{resistente}$$

Dall'analisi delle superfici di rottura si evidenzia che non esiste interferenza tra quelle relative ai vari pali per cui si esegue la verifica sul palo più caricato con la superficie più piccola.

### Sollecitazioni sui pali

N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
3980									

### Determinazione del carico sollecitante

Superficie di punzonamento	Somma dei carichi sui pali	$\Sigma P$ kN	Perimetro contorno m	Superficie resist. laterale m <sup>2</sup>	Area caricata m <sup>2</sup>	Peso zattera kN	Peso terreno kN	$\Sigma P - P_z - P_t$ kN
S1	N1	3980	7.640	11.46	4.40	165	0	3815

### Calcolo del coefficiente di sicurezza

Superficie di punzonamento	$P_{sollecitante}$ kN/m <sup>2</sup>	$P_{resistente}$ kN/m <sup>2</sup>	$P_{resist.}/P_{sollecit.}$	VERIFICA
S1	5723	7581	1.32	OK

Non si dispone specifica armatura a taglio.

## 9. PALI

Per la verifica dei pali si rimanda alla relazione specifica P03CV16STRRE04.



## 10. CONSIDERAZIONI SULLE ANALISI E LE VERIFICHE SVOLTE

Si riportano le informazioni in ottemperanza a quanto disposto dal capitolo 10 della vigente normativa tecnica (DM2018).

- *Tipo di analisi svolta*

Il calcolo viene eseguito in ambito statico lineare. Per quanto riguarda l'analisi sismica, si adottano le procedure di verifica per struttura in zona 4, applicando un sistema di forze pseudo-statiche, calcolate in modo semplificato. L'analisi strutturale viene eseguita con il metodo degli spostamenti, mentre le verifiche delle sezioni sono state effettuate secondo metodi della tecnica delle costruzioni, come indicato dettagliatamente nel seguito della presente relazione. Le combinazioni di carico sono indicate nel seguito: esse sono in numero tale da coprire tutte le possibili casistiche.

- *Origine, caratteristiche e affidabilità dei codici di calcolo*

Le analisi strutturali, ove non siano effettuate per via analitica, sono eseguite con un codice di calcolo sviluppato dal progettista in un linguaggio di programmazione OpenSource (linguaggio Octave). Tale codice di calcolo è basato sul metodo degli spostamenti e consente la soluzione dei problemi di telai piani in ambito statico.

- *Validazione dei codici*

I risultati del codice sono stati validati dal progettista con riferimento a vari casi di studio. La cui soluzione esatta si può reperire nella letteratura specialistica. Le verifiche delle sezioni sono state eseguite con fogli di lavoro oppure con il software di libera distribuzione VcaSLU (Prof. Gelfi), anch'essi opportunamente validati con calcoli manuali.

- *Modalità di presentazione dei risultati*

Le modalità di applicazione dei carichi sono descritte nella relazione con riferimento alle varie parti di struttura. Considerando la semplicità dello stato di carico la rappresentazione grafica appare superflua. I risultati sono presentati sotto forma di diagrammi delle componenti di azione interna oppure come tabelle dei valori di azioni interne nei punti più significativi. In questo modo si può fare una valutazione immediata dello stato di sollecitazione nelle membrature strutturali.

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

Per quanto riguarda la verifica dei risultati, sono stati effettuati confronti delle azioni interne con casi analoghi ma più semplici (travi semplicemente appoggiate o incastrate). Le reazioni vincolari sono state controllate in fase di progettazione. La rappresentazione delle configurazioni deformate, che sono state comunque esaminate in sede di progettazione per avere conferma della correttezza del calcolo, non forniscono informazioni utili alla verifica di sicurezza. Non si ritiene pertanto indispensabile il loro inserimento nella relazione.

## 10.1 ALLEGATO 1 VALIDAZIONE RC-SEC



Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

### Validazione del codice di calcolo

Informativa sull'affidabilità dei codici di calcolo D.M. 14-01-2008 paragrafo 10.2.

Le fasi di progettazione e sviluppo dei software *GeoStru* sono sottoposti al controllo gestione di qualità aziendale ISO (*International Organization for Standardization*) 9001:2000 certificato da CVI ITALIA srl - **Certificato nr. 7007 1 04**.

Sono stati forniti degli esempi di calcolo, in allegato a questo documento, al fine di verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le procedure di controllo con altri strumenti di calcolo.

I software *GeoStru* sono dotati di sistemi di controllo dei dati di input e di output molto sofisticati i quali sono in grado di rilevare errori gravi tali da non consentire le corrette elaborazioni.

*Bianco 15/09/2010*

1



# RC-SEC

Versione: 2011.4 Rev. 217

## Validazione del codice di calcolo



## PREMESSA

Nell'ambito delle verifiche di affidabilità previste per i codici di calcolo (punto 10.2 DM 14 Gennaio 2008) è richiesta la presente documentazione del produttore che illustri:

1. campi di impiego
2. basi teoriche ed algoritmi impiegati
3. casi di prova risolti e commentati con i relativi files di input.

## 1 CAMPI DI IMPIEGO

Il programma può essere utilizzato per la verifica ed il semiprogetto delle armature delle sezioni in c.a. ordinario agli stati limite ultimi e di esercizio secondo le nuove norme di cui al DM 14.01.2008 nonché secondo l'ultima versione dell'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1-2005). Sono presi in considerazione sia sollecitazioni rette che deviate (presso-tenso flessione deviata con la presenza contemporanea delle due componenti del taglio). E' altresì possibile eseguire le verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili secondo il DM 14.02.1992. Per singoli elementi strutturali (travi o pilastri) è previsto il calcolo delle frecce in esercizio tenendo conto della fessurazione e della viscosità.

Per la verifica di pilastri rettangolari snelli è implementato il metodo della colonna modello.

## 2 BASI TEORICHE ED ALGORITMI IMPIEGATI

Sono illustrati in dettaglio nel manuale d'uso del programma in riferimento ai singoli problemi trattati. Vengono comunque di seguito illustrate particolari caratteristiche conseguenti alle novità introdotte dal DM 14.01.2008 d'ora in poi denominato NTC.

Come legame costitutivo del calcestruzzo il programma impiega sempre il diagramma parabola-rettangolo prevedendo valori differenti delle deformazioni unitarie caratteristiche ( $\epsilon_{c2}$ ,  $\epsilon_{cu}$ ) a seconda se la classe di resistenza è superiore o inferiore alla C50/60 (Punto 4.1.2.1.2.2 NTC). Il tratto curvilineo del diagramma è definito dall'espressione:

$$\sigma_c = f_{cd} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad (1)$$

Nelle NTC l'esponente n vale sempre 2 (parabola). Nell'Eurocodice2 n=2 fino alla classe C50/60 mentre per classi superiori il tratto curvilineo diventa una curva esponenziale avente sempre la formulazione (1) ma con  $n = 1,4 + 23,4 [(90-f_{ck}/10)/100]4$  ( $f_{ck}$  in daN/cm<sup>2</sup>), formulazione prevista in programma se si è selezionata l'opzione di calcolo EC2).

Il tratto orizzontale del diagramma vale:

$$\sigma_c = f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c \quad \text{con } \alpha_{cc} = 0,85 \text{ e } \gamma_c = 1,5 \text{ (nel DM96 era } \gamma_c = 1,6).$$

Altra importante novità è costituita dal fatto che in Italia l'acciaio per cemento armato ordinario dovrà essere costituito in pratica dal solo tipo C450 caratterizzato da:

- resistenza a trazione caratteristica  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$



- resistenza a snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
  - allungamento unitario per carico massimo  $\epsilon_{uk} \geq 0,075$ .
- Sia per le NTC che per l'EC2 è possibile assumere come diagramma sforzi deformazioni:
- un diagramma bilineare con incrudimento e deformazione unitaria di calcolo ultima pari a  $\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk}$ . L'incrudimento (pendenza del tratto plastico del diagramma) è definito dal rapporto  $k = (f_t/f_y)_k$  che deve essere compreso tra 1,15 e 1,35. Poiché all'aumentare di questo rapporto corrisponde un aumento delle caratteristiche di resistenza ultime della sezione riteniamo che, prudenzialmente, nei calcoli di progetto vada utilizzato il valore minimo di 1,15; come conseguenza il valore massimo della tensione ultima dell'acciaio da assumere in corrispondenza della deformazione ultima di calcolo  $\epsilon_{ud}$  vale  $1,15 \cdot f_{yd}$  essendo  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$  il valore della tensione di snervamento di calcolo ( $\gamma_s = 1,15$  sia per NTC che per EC2).
  - Un diagramma bilineare con tratto plastico orizzontale ( $f_s = f_{yd}$ ) senza limite di deformazione

Il programma consente l'adozione di entrambi i diagrammi ma, per quello elastico-perfettamente plastico indefinito, richiede comunque la definizione dei valori della deformazione ultima e di calcolo dell'acciaio; incrementando tali deformazioni rispetto a quelle prima definite per l'acciaio incrudito non si riscontrano apprezzabili differenze nei risultati.

La verifica a taglio viene eseguita col nuovo metodo proposto dalle NTC (e da EC2) che impiega la schematizzazione del traliccio con inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo (rispetto all'asse della trave) variabile tra i seguenti limiti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Il programma calcola (in semiprogetto o verifica) le resistenze a taglio lato compressione e trazione considerando l'angolo  $\alpha$  di inclinazione trasversale delle staffe (rispetto all'asse della trave) sempre pari a  $90^\circ$ . In semiprogetto si parte assumendo per  $\theta$  il suo minimo valore ( $21^\circ, 8 \leq \theta \leq 45^\circ$ ) che soddisfa la relazione di resistenza a taglio compressione (ponendo  $V_{Rcd} = V_{Ed}$ ); ottenuto così  $\theta$ , dalla relazione di resistenza lato trazione si ricava l'area delle staffe. Si fa notare che le armature longitudinali della trave, dimensionate in base alle sollecitazioni flessionali, dovranno essere prolungate (regola della traslazione) di una misura pari a:  $0,9 \cdot d \cdot \text{ctg} \theta / 2$  (al massimo uguale a  $1,125 \cdot d$  per  $\text{ctg} \theta = 2,5$ ).

Si noti che, a differenza di quanto previsto nel DM96, il valore di  $f_{cd}$  impiegato nel calcolo delle resistenze al taglio è uguale al valore massimo del tratto plastico del diagramma di progetto tensioni-deformazioni del conglomerato impiegato per la verifica per tensioni normali (nel DM96 era maggiore valendo  $f_{cd} = f_{ck}/1,6 > 0,85 f_{ck}/1,5$ ).

Nel caso di contemporanea presenza di torsione e taglio l'angolo  $\theta$  delle bielle compresse deve assumere un unico valore per entrambe le sollecitazioni e, pertanto, il programma prevede l'assegnazione preventiva di  $\theta$  per torsione nelle 'opzioni armature e di calcolo' (nel menu Opzioni).

### 3 CASI DI PROVA

Gli esempi che seguono sono tutti presenti nella cartella "ESEMPI" della directory di installazione del programma. Essi verranno illustrati sia in relazione alla modalità di immissione dei dati, sia confrontando i risultati ottenuti sulla base degli algoritmi assunti nel calcolo con quelli riportati da altri autori e/o programmi.

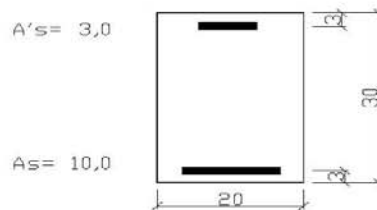
Le stampe complete di input ed output relative a tutti gli esempi sono naturalmente riproducibili caricando detti files di esempio e mandando in esecuzione il programma.



I primi esempi sono quasi tutti tratti dal volume “Progettazione di strutture in calcestruzzo armato” realizzato per AICAP da Pubblicamento s.r.l. in quanto è uno dei pochi testi aggiornato alle NTC ed all’ultima versione dell’Eurocodice 2.

### 3.1 ESEMPIO 1

Si fa riferimento alla sezione rettangolare 20x30 in figura di cui al punto 7.3.2.1 del citato volume. Si cerca il momento resistente ultimo  $M_{Rd}$  per  $N_{Rd}=0$  (flessione semplice) avendo assunto un conglomerato con  $f_{dk} = 300 \text{ daN/cm}^2$  ( $f_{cd} = 300 \cdot 0,85/1,5 = 170 \text{ daN/cm}^2$ ) ed armature con  $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$  ( $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ ). Per prima cosa occorre accertarsi che nell’*archivio materiali* siano presenti i dati relativi al conglomerato ed all’acciaio indicati. In particolare per l’acciaio B450C ponendo  $f_{td} = 3910$  si



assume orizzontale (come nel volume) il pianocrotolo plastico del diagramma sforzi deformazioni. Per ottenere le esatte aree di acciaio indicate si prevedono opportuni diametri delle barre (non esistenti in commercio). Si assegna inoltre allo sforzo normale il valore 0 (flessione semplice) mentre al momento  $M_x$  un qualsiasi valore positivo. Il programma fornisce per il momento resistente il valore  $M_{Rd} = 9071 \text{ daNm}$  di poco inferiore al valore 9100 indicato nel testo che peraltro utilizza il blocco rettangolare per il diagramma sforzi deformazioni del calcestruzzo.

### 3.2 ESEMPIO 2

Al punto 7.5.1 del citato volume viene calcolata a pressoflessione retta una sezione rettangolare 50x100 con armature simmetriche di area pari a 50cm<sup>2</sup> e copriferro di 5 cm. Calcestruzzo ed acciaio sono gli stessi dell’esempio precedente. Questa volta viene utilizzato il diagramma parabola-rettangolo. Nel testo vengono calcolati i momenti resistenti ultimi ( $M_{Rd}$ ) in corrispondenza a prefissati differenti valori assegnati allo sforzo normale che di seguito vengono confrontati con quelli ottenuti dal programma ( $M^*_{Rd}$ ):

$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	$M^*_{Rd}$
----------	----------	------------



(daN)	(daNm)	(daNm)
60000	20330	20350
200000	25170	25190
500000	25850	25860
1000000	9770	9910

I risultati appaiono ben concordanti per i primi tre valori (ottenuti dal testo a partire da valori tabellari per il l'integrazione del diagramma parabolico del calcestruzzo). La maggiore differenza si ha per l'ultimo caso con  $N_{Ed}=1000000$  daN che in realtà non viene ottenuto, nel testo citato, dal calcolo ma da interpolazione tra i due assetti di rottura che comprendono il punto di rottura cercato. Il programma non considera inoltre verificata a taglio la sezione (anche con taglio assegnato nullo) in quanto la resistenza a taglio lato calcestruzzo va a zero col termine (presente nella relazione 4.1.19 NTC)  $\alpha_e = 2,5(1-\sigma_{cp}/f_{cd}) = 0$  essendo  $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 1000000/(50 \times 100) = 200 > f_{cd}$ .

### 3.3 ESEMPIO 3

Allo stesso punto 7.5.1 del citato volume viene calcolata a pressoflessione retta la sezione rettangolare  $50 \times 100$  con armature simmetriche di area pari a  $70\text{cm}^2$  e copriferro di 5 cm. Il calcestruzzo questa volta è di classe  $f_{ck}=700$  daN/cm<sup>2</sup>: nel caso di calcolo secondo EC2 va assunto il diagramma con curva esponenziale risultando  $f_{ctk} > 500$ .

I momenti resistenti a confronto sono i seguenti (valori dello sforzo normale prefissati):

$N_{Ed}$ (daN)	$M_{Rd}$ (daNm)	$M'_{Rd}$ EC2 (daNm)	$M'_{Rd}$ NTC (daNm)
150000	31370	31360	31360
500000	42460	42400	42740
1000000	40520	40020	42640
1900000	6950	18340	20730

Nell'ultima colonna sono riportati i momenti ultimi ottenuti selezionando l'opzione di calcolo secondo le NTC (diagramma parabola rettangolo). All'aumentare dello sforzo normale si nota che i momenti resistenti ottenuti con le NTC sono meno conservativi di quelli che con l'EC2 si ottengono dal diagramma esponenziale rettangolo. L'ultimo valore del momento resistente riportato nel citato testo appare troppo approssimato rispetto a quelli ottenuti dal programma.

### 3.4 ESEMPIO 4



Calcolo delle staffe verticali (di diametro pari a 12mm) per una sezione rettangolare 20x80 coprifermo 50cm e taglio di progetto  $V_{Ed} = 50000$  daN. Conglomerato  $f_{ck}=300$ ; Acciaio C450B. (Punto 8.1.4.1.3.2 vol.citato)

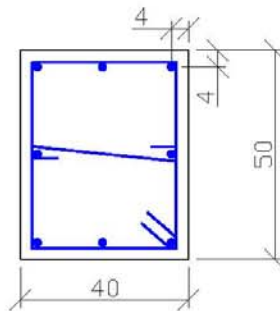
Assunti momento flettente  $M_x$  ed armature longitudinali arbitrarie, si è eseguito il calcolo di progetto della sezione avendo preventivamente assegnato il valore di 12 al diametro delle staffe nella finestra delle opzioni armature e di calcolo.

Il calcolo fornisce un passo di 20,3 cm alle staffe  $\phi 12$  assunte in perfetto accordo col passo di cm 20 indicato dal testo.

### 3.5 ESEMPIO 5

Nel caso di pressoflessione deviata non si è trovato alcun esempio numerico in letteratura trattato con le nuove norme. Si considera pertanto un caso di calcolo trattato solo col presente programma.

Si è considerata la sezione in figura relativa ad un pilastro rettangolare 40x60 armata con 8 $\phi 16$  (Calcestruzzo C28/35. Acciaio C450B).



Il calcolo è stato effettuato per le seguenti 3 combinazioni allo stato limite ultimo:

$N_{Ed}$ (daN)	$M_{xEd}$ (daNm)	$M_{yEd}$ (daNm)	$V_{yEd}$ (daN)	$V_{xEd}$ (daN)
50000	14000	11000	14000	11000
50000	20000	0	20000	0
50000	0	15714	0	15714

Le nuove NTC al punto 7.4.4.2.2.1 consentono che la verifica a presso-flessione deviata (prima combinazione in tabella) possa essere sostituita da due verifiche a presso-flessione retta in cui la resistenza sia ridotta al 70% di quella effettiva: ciò che equivale ad incrementare gli sforzi di progetto di  $1/0,7 = 1,4286$ . Si sono così ricavati gli sforzi retti "equivalenti" riportati nella seconda e terza combinazione. Nella citato punto normativo si fa riferimento ai soli momenti flettenti (lo sforzo normale non va incrementato in quanto la





misura della sicurezza va sempre effettuata a sforzo normale costante). Nulla si dice circa la verifica a taglio in presenza delle due componenti  $V_x, V_y$ . Anche per il taglio, a scopo di controllo, la verifica a taglio deviato di cui alla prima combinazione è stata separata in due verifiche separate di tipo retto incrementando gli sforzi col coefficiente 1,4286.

Il tabulato di verifica di seguito riportato mostra che nelle verifiche a pressoflessione retta (seconda e terza combinazione) le misure della sicurezza (1,149 e 1,146) risultano entrambe maggiori di quella a pressoflessione deviate (1,062). Non così per quanto riguarda le verifiche a taglio in cui si può notare che l'armatura trasversale strettamente necessaria per la prima combinazione (deviata) risulta superiore a quella della seconda e terza combinazione (rette).

Da ciò si deduce che per il taglio a due componenti non ci sono sufficienti indicazioni normative per la sua sostituzione con due tagli equivalenti in sollecitazione retta (manca cioè un diagramma di interazione semplificato e conservativo).

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

NOOME SEZIONE: ESEMPIO\_5

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Tipologia sezione: Pilastro rettangolare ad armatura simm.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm<sup>2</sup>

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 40.0 cm  
 Altezza: 50.0 cm

N. totale barre : 8  
 Diametro barre : 16 mm  
 Copriferro (dal baric. barre) : 4.0 cm  
 Coordinate Barre nei vertici :

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-16.0	-21.0
2	-16.0	21.0
3	16.0	21.0
4	16.0	-21.0

Generazioni di barre lungo i lati:



N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale (di vertice) cui si riferisce la generazione  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale (vertice) cui si riferisce la generazione  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. comprese tra la barra iniz. e la fin.

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre
1	1	4	1
2	2	3	1
3	1	2	1
4	4	3	1

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione  
 Vy Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princ. y della sezione  
 Vx Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princ. x della sezione

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	50000	14000	-11000	14000	11000
2	50000	20000	0	20000	0
3	50000	0	-15714	0	15714

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 2.4 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	50000	14000	11000	49983	14828	11729	1.062
2	S	50000	20000	0	49995	22988	0	1.149
3	S	50000	0	15714	49988	0	18004	1.146

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00031	20.0	25.0	0.00270	16.0	21.0	-0.00459	-16.0	-21.0
2	0.00350	-0.00232	-20.0	25.0	0.00241	-16.0	21.0	-0.00900	-16.0	-21.0
3	0.00350	-0.00232	20.0	25.0	0.00214	16.0	21.0	-0.00873	-16.0	-21.0



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

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

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000112833	0.000087460	-0.000943178		
2	0.000000000	0.000271812	-0.003295296		
3	0.000339655	0.000000000	-0.003293104		

**ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe: 8 mm  
 Passo staffe: 18.0 cm [Passo massimo di normativa = 19.2]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 5.6 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 2.9]

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vru Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso  
 Vcd Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Afst Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm<sup>2</sup>/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	17271	49148	18497	37.6	45.9	21.80°	1.158	5.2
2	S	20000	52421	22619	46.0	40.0	21.80°	1.158	4.9
3	S	15714	51281	17702	36.0	50.0	21.80°	1.158	5.0



Geostru Software – Validazione codice di calcolo

RC-SEC

### 3.6 ESEMPIO 6

Si fa riferimento alla stessa sezione rettangolare di pilastro trattata nell'esempio precedente allo scopo di valutare con calcolo diretto la duttilità di curvatura posseduta dalla sezione per ognuna delle tre combinazioni assegnate. Nel caso di calcolo sismico il punto 7.4.4 NTC prescrive, per le sezioni ricadenti in zona critica, che il valore della duttilità di curvatura  $\mu_{\varphi}$  risulti non minore di prefissati valori. Al punto 7.3.6.2 le NTC comunque consentono di omettere tale controllo purché si rispettino le regole di progetto e di gerarchia delle resistenze.

Il calcolo della duttilità di curvatura viene svolto dal programma tramite la costruzione di diagrammi momenti-curvature in cui il rapporto tra i momenti  $M_x$  e  $M_y$  viene mantenuto costante. Tra i vari tipi di diagrammi previsti in programma si utilizza, per il presente esempio, quello che tiene conto automaticamente del confinamento sulla base delle staffe effettivamente disposte. Viene pertanto utilizzato per il nucleo confinato della sezione un diagramma tensione-deformazione costruito secondo il punto 3.1.9 di EC2 che fornisce le espressioni da cui trarre il valore di resistenza  $f_{ck,c}$  del calcestruzzo confinato, la deformazione ultima  $\varepsilon_{cu2,c}$  e quella al limite del tratto parabolico  $\varepsilon_{e2,c}$ . Il tratto plastico del diagramma tensioni-deformazioni si ottiene però collegando il punto  $f_{ck,c}$  di massimo della parabola con il valore di  $0,85 f_{ck}$  in corrispondenza di  $\varepsilon_{cu2,c}$ . Le precedenti quantità  $f_{ck,c}$ ,  $\varepsilon_{e2,c}$ ,  $\varepsilon_{cu2,c}$  sono maggiorate rispetto a quelle impiegate per il calcolo di resistenza in quanto funzioni della tensione trasversale di confinamento  $\sigma_2$  il cui valore, però, non viene esplicitato nell'EC2. Occorre a questo scopo far ricorso all'autorevole "Model Code '90" che pone (per sezioni rettangolari):

$$\sigma_2 = 0,5 \alpha_n \alpha_s \omega_w \quad \text{in cui}$$

$$\alpha_n = 1 - 8 / (3 n) \quad \text{con } n = \text{numero di barre collegate da staffe e legature}$$

$$\alpha_s = 1 - s / (2 b_0) \quad \text{con } s = \text{passo staffe e } b_0 = \text{lato minore nucleo confinato}$$

$$\omega_w = (\text{Volume staffe} / \text{Volume nucleo confinato}) (f_{yd} / f_{cd})$$

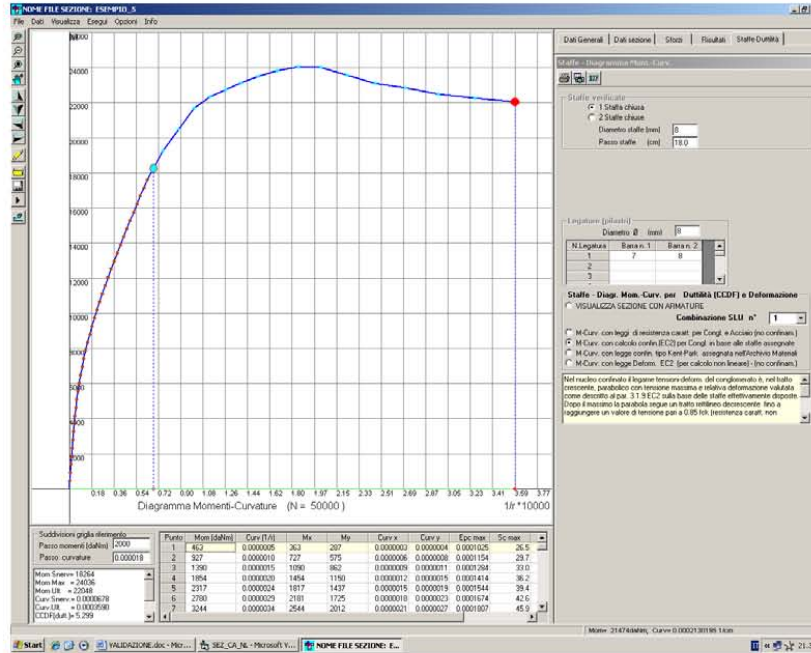
Al conglomerato esterno al nucleo confinato viene invece assegnato il diagramma tensione-deformazione utilizzato per il calcolo di resistenza.

Si riporta di seguito sia l'output a video del diagramma Momenti-Curvature, sia il tabulato di stampa dello stesso con riferimento alla prima combinazione di carico in presso-flessione deviata. Il valore della duttilità di curvatura  $\mu_{\varphi}$  risulta pari a 5,299. Il calcolo di duttilità per la seconda combinazione di carico (in presso flessione retta) conduce invece ad una duttilità notevolmente superiore e pari a 10,169.



Geostru Software – Validazione codice di calcolo

RC-SEC



**DIAGRAMMA MOMENTI-CURVATURE Comb. N° 1 (N = 50000 dan)  
NOME SEZIONE: ESEMPIO\_5**

Descrizione Sezione:  
 Tipologia sezione: Pilastro rettangolare ad armatura simm.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
 Diagramma coprif. non confinato: Parabola con max=Fc\_k  
 Resis. caratt. di calcolo fck: 280.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma congl. confinato sez. : Parabol.+retta decresc.  
 in base alle staffe  
 Resist. massima per confinamento : 296.41 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. a rottura (0.85 Fck) : 238.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Tens. laterale di confinam.efficace: 3.28 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def. unit. per la max resistenza : 0.0022  
 Def. unit. ultima (par.3.1.9 EC2) : 0.0058

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.0675  
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 40.0 cm  
 Altezza: 50.0 cm  
 N. totale barre : 8



Diametro barre : 16 mm  
 Copriferro (dal baric. barre) : 4.0 cm  
 Coordinate Barre nei vertici :

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-16.0	-21.0
2	-16.0	21.0
3	16.0	21.0
4	16.0	-21.0

Generazioni di barre lungo i lati:

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale (di vertice) cui si riferisce la generazione  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale (vertice) cui si riferisce la generazione  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. comprese tra la barra iniz. e la fin.

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre
1	1	4	1
2	2	3	1
3	1	2	1
4	4	3	1

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO**

Diametro staffe: 8 mm  
 Passo staffe: 18.0 cm [Passo massimo di normativa= 19.2]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 5.6 cm<sup>2</sup>/m

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sforzo normale costante di calcolo N 50000 daN  
 Momento di snervamento 18264 daNm  
 Momento massimo 24036 daNm  
 Momento a rottura 22048 daNm  
 Duttilità di curvatura CCDF (punto 7.4.4 NTC) 5.299

**PUNTI CALCOLATI DEL DIAGRAMMA MOMENTI-CURVATURE**

N.Punto Numero d'ordine assegnato al punto calcolato del diagramma  
 M Momento vettoriale [daNm]  
 Curv. Curvatura [1000/cm] vettoriale corrisp. al momento vettoriale  
 Mx Componente del momento totale relativa all'asse x princ.inerzia  
 My Componente del momento totale relativa all'asse y princ.inerzia  
 Curv x Componente della curvatura [1000/cm] relativa all'asse x  
 Curv y Componente della curvatura [1000/cm] relativa all'asse y  
 epc max Deformazione unit. massima congl. (positiva se di compressione)  
 Sc max Tensione congl. [daN/cm<sup>2</sup>] in corrisp. di epc max  
 epf min Deformazione unit. minima acciaio (negativa se di trazione)  
 Sf min Tensione acciaio [daN/cm<sup>2</sup>] in corrisp. di eps min

Punto	M	Curv	Mx	My	Curv x	Curv y	epc max	Scmax	eps min	Scmin
1	463	0.00049	363	287	0.00031	0.00038	0.0001	26	0.0001	154
2	927	0.00098	727	575	0.00061	0.00076	0.0001	30	0.0001	129
3	1390	0.00146	1090	862	0.00092	0.00114	0.0001	33	0.0001	104
4	1854	0.00195	1454	1150	0.00122	0.00152	0.0001	36	0.0000	79
5	2317	0.00244	1817	1437	0.00153	0.00190	0.0002	39	0.0000	55
6	2780	0.00293	2181	1725	0.00183	0.00228	0.0002	43	0.0000	30
7	3244	0.00343	2544	2012	0.00215	0.00267	0.0002	46	0.0000	4
8	3707	0.00397	2908	2300	0.00249	0.00309	0.0002	49	0.0000	-24
9	4171	0.00459	3271	2587	0.00287	0.00357	0.0002	53	0.0000	-57
10	4634	0.00528	3634	2875	0.00330	0.00411	0.0002	57	0.0000	-95
11	5097	0.00606	3998	3162	0.00379	0.00472	0.0002	62	-0.0001	-139
12	5561	0.00694	4361	3450	0.00435	0.00542	0.0003	66	-0.0001	-190
13	6024	0.00794	4725	3737	0.00497	0.00619	0.0003	71	-0.0001	-249
14	6487	0.00905	5088	4025	0.00566	0.00706	0.0003	77	-0.0002	-317
15	6951	0.01028	5452	4312	0.00643	0.00802	0.0003	83	-0.0002	-394
16	7414	0.01163	5815	4600	0.00727	0.00908	0.0004	89	-0.0002	-480

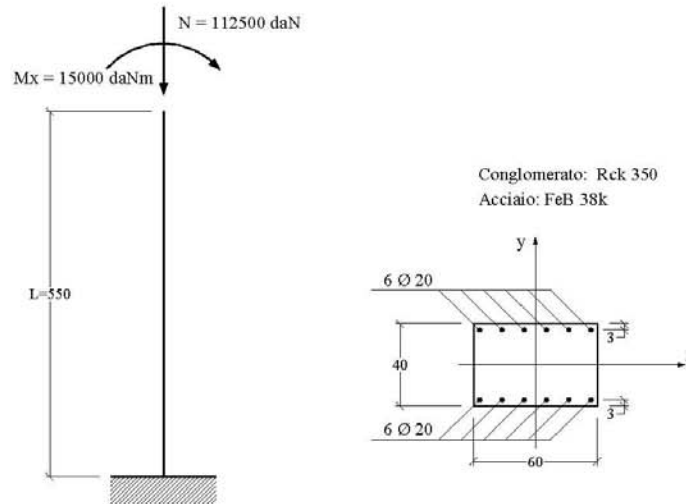


Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

17	7878	0.01311	6179	4887	0.00819	0.01023	0.0004	95	-0.0003	-575
18	8341	0.01470	6542	5175	0.00918	0.01148	0.0004	102	-0.0003	-681
19	8804	0.01642	6905	5462	0.01025	0.01283	0.0005	109	-0.0004	-795
20	9268	0.01825	7269	5749	0.01138	0.01426	0.0005	116	-0.0005	-919
21	9731	0.02019	7632	6037	0.01258	0.01578	0.0005	123	-0.0005	-1052
22	10195	0.02222	7996	6324	0.01385	0.01738	0.0006	130	-0.0006	-1194
23	10658	0.02436	8359	6612	0.01517	0.01906	0.0006	137	-0.0007	-1344
24	11121	0.02657	8723	6899	0.01653	0.02081	0.0006	144	-0.0008	-1500
25	11585	0.02886	9086	7187	0.01794	0.02261	0.0007	151	-0.0008	-1663
26	12048	0.03121	9449	7474	0.01939	0.02446	0.0007	158	-0.0009	-1831
27	12512	0.03362	9813	7762	0.02087	0.02636	0.0007	165	-0.0010	-2004
28	12975	0.03608	10176	8049	0.02238	0.02830	0.0008	171	-0.0011	-2182
29	13438	0.03859	10540	8337	0.02392	0.03028	0.0008	178	-0.0012	-2364
30	13902	0.04114	10903	8624	0.02548	0.03229	0.0009	185	-0.0013	-2549
31	14365	0.04372	11267	8912	0.02707	0.03434	0.0009	191	-0.0014	-2738
32	14828	0.04635	11630	9199	0.02868	0.03641	0.0009	197	-0.0015	-2929
33	15292	0.04900	11994	9487	0.03030	0.03851	0.0010	203	-0.0016	-3123
34	15755	0.05170	12357	9774	0.03195	0.04064	0.0010	209	-0.0017	-3320
35	16219	0.05441	12720	10062	0.03360	0.04279	0.0011	215	-0.0018	-3518
36	16682	0.05716	13084	10349	0.03529	0.04497	0.0011	221	-0.0019	-3720
37	17145	0.05994	13447	10636	0.03698	0.04717	0.0012	227	-0.0020	-3923
38	17609	0.06274	13811	10924	0.03869	0.04939	0.0012	232	-0.0021	-4128
39	19260	0.07537	15106	11948	0.04640	0.05939	0.0014	253	-0.0025	-4566
40	20501	0.08800	16079	12718	0.05412	0.06939	0.0016	269	-0.0030	-4572
41	21680	0.10061	17004	13450	0.06180	0.07939	0.0017	282	-0.0035	-4579
42	22329	0.11329	17512	13852	0.06959	0.08939	0.0019	290	-0.0040	-4586
43	22743	0.12591	17837	14109	0.07729	0.09939	0.0021	295	-0.0045	-4593
44	23128	0.13852	18140	14348	0.08498	0.10939	0.0022	296	-0.0049	-4599
45	23509	0.15233	18438	14584	0.09340	0.12033	0.0024	296	-0.0055	-4607
46	23926	0.16753	18687	14781	0.10270	0.13237	0.0026	296	-0.0061	-4615
47	24036	0.18424	18852	14911	0.11289	0.14560	0.0029	296	-0.0067	-4623
48	24025	0.20264	18843	14905	0.12413	0.16016	0.0032	296	-0.0074	-4632
49	23564	0.22399	18482	14619	0.13833	0.17618	0.0035	296	-0.0081	-4643
50	23122	0.24624	18135	14344	0.15192	0.19380	0.0039	296	-0.0089	-4654
51	22863	0.27067	17932	14184	0.16679	0.21318	0.0043	296	-0.0098	-4666
52	22482	0.29740	17633	13947	0.18292	0.23449	0.0047	296	-0.0107	-4679
53	22259	0.32677	17458	13809	0.20061	0.25794	0.0052	296	-0.0117	-4693
54	22048	0.35904	17292	13678	0.22001	0.28374	0.0057	296	-0.0129	-4709



### 3.7 ESEMPIO 7



L'esempio, tratto dal volume di R.Calzona, C.Cestelli Guidi – Il calcolo del cemento armato (Hoepli) – si riferisce al calcolo allo stato limite ultimo di instabilità di un pilastro snello a sezione rettangolare i cui dati sono riportati in figura.

Si utilizza il metodo semplificato detto della “colonna modello” con riferimento alle sollecitazioni rette contenute nel piano verticale la cui traccia nel piano della sezione coincide con l'asse y. I valori indicati per N ed Mx sono quelli del primo ordine già amplificati con gli opportuni coefficienti stabiliti per la combinazione ultima che si intende verificare.

Le sollecitazioni da calcolo vanno sempre incrementate del momento flettente causato dall'eccentricità non intenzionale  $e_{ni}$  da porre non minore di  $L_0/300 = 3.67$  cm essendo  $L_0$  la lunghezza di libera inflessione del pilastro in questo caso (schema a mensola) pari a  $2L = 1100$  cm.:

$$N_d = 112500 \text{ daN}$$

$$M_d = 15000 + 112500 \times 0.0367 = 19129 \text{ daNm}$$

All'avvio del calcolo occorre inserire preliminarmente (nell'*archivio materiali*) i dati relativi sia al conglomerato Rck350 che all'acciaio FeB38k per renderli identici a quelli riportati nel testo citato:

$$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 290,5 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / 1,6 = 154,3 \text{ daN/cm}^2$$

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{td} = f_{yk} / 1,15 = 3304 \text{ daN/cm}^2;$$

$$\epsilon_{ud,ult} = 0,01$$

In particolare i dati relativi agli sforzi agenti richiesti dal programma sono i seguenti:

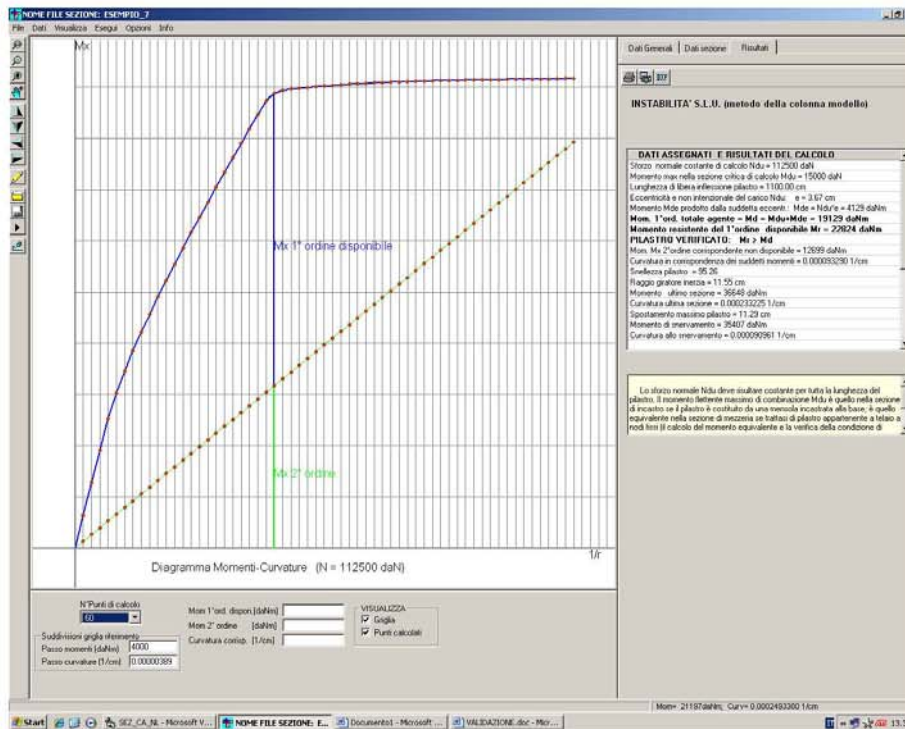
Sforzo normale di calcolo $N_d$ costante =	112500 daN
Momento max di calcolo $M_d$ nella sezione critica =	15000 daNm
Lunghezza di libera inflessione =	1100 cm





Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

Eccentricità non intenzionale = 3.67 cm  
 Si noti come il momento  $M_d$  richiesto sia al netto di quello prodotto dall'eccentricità non intenzionale in quanto il programma provvederà automaticamente ad effettuare la somma tra i due momenti agenti.  
 Gli output a video ed a stampa, di seguito riportati, indicano che la sezione risulta verificata in quanto il momento resistente effettivamente disponibile (al netto di quello del secondo ordine) pari a 22824 daNm è maggiore di quello di calcolo di 19129 daNm. I risultati sono in pratica coincidenti con quelli esposti nel citato testo.



**STATO LIMITE DI INSTABILITA' (Metodo della Colonna Modello)**  
**DATI SEZIONE CRITICA PILASTRO**  
**NOME SEZIONE: ESEMPIO\_7**

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Tipologia sezione: Pilastro rettangolare ad armatura simm.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: Rck350  
 Resis. compr. di calcolo fcd : 154.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 337216 daN/cm<sup>2</sup>



Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

ACCIAIO - Tipo: FeB38k  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 3800.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 3800.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3304.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3304.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.010  
 Modulo Elastico Ef: 2100000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

**SFORZI ASSEGNATI E RISULTATI DEL CALCOLO**

Sforzo normale costante di calcolo Ndu = 112500 daN  
 Sforzo normale costante di calcolo Ndu = 15000 daNm  
 Lunghezza di libera inflessione pilastro = 1100.00 cm  
 Eccentricità e non intenzionale del carico Ndu: e = 3.67 cm  
 Momento Mde prodotto dalla suddetta eccentricità: Mde = Ndu\*e = 4129 daNm  
 Raggio giratore d'inerzia riferito all'asse x di inflessione = 11.55 cm  
 Snellezza pilastro = Lungh.libera infless./raggio giratore = 95.26  
**Momento del 1°ordine totale agente = Md = Mdu+Mde = 19129 daNm**  
**Momento resistente del 1°ordine disponibile Mr = 22824 daNm**  
**PILASTRO VERIFICATO: Mr > Md**  
 Mom. Mx 2°ordine corrispondente al massimo momento disponibile = 12699 daNm  
 Curvatura corrispondente ai suddetti momenti = .000093290 1/cm  
 Momento resistente ultimo sezione critica = 36648 daNm  
 Curvatura ultima sezione (in corrisp. del Mom.resist.Ultimo)=.000233225 1/cm  
 Spostamento massimo pilastro = 11.29 cm  
 Momento di snervamento sezione critica = 35407 daNm  
 Curvatura allo snervamento = .000090961 1/cm

**PUNTI CALCOLATI DEL DIAGRAMMA MOMENTI-CURVATURE**

N.Punto Numero d'ordine assegnato al punto calcolato del diagramma  
 Curvat. Curvatura [1/cm] del punto calcolato  
 Mx Momento totale [daNm] per la curv. data riferito all'asse x  
 Mx\_1° Quota disponibile del 1° ordine del momento totale Mx  
 Mx\_2° Quota non disponibile del 2° ordine del momento totale Mx

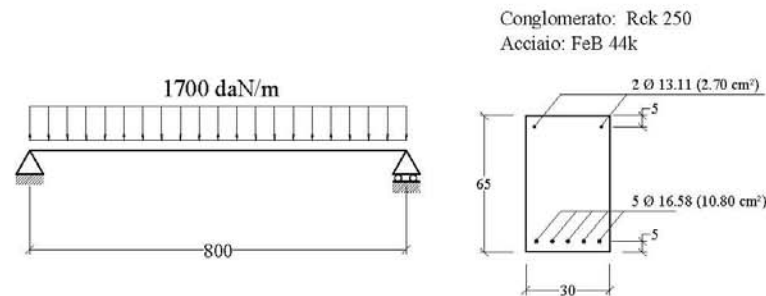
N.Punto	Curvat.	Mx	Mx_1°	Mx_2°
1	0.000003887	2554	2025	529
2	0.000007774	5105	4047	1058
3	0.000011661	7651	6064	1587
4	0.000015548	10102	7985	2117
5	0.000019435	12119	9473	2646
6	0.000023322	13857	10682	3175
7	0.000027210	15429	11725	3704
8	0.000031097	16896	12663	4233
9	0.000034984	18288	13526	4762
10	0.000038871	19629	14338	5291
11	0.000042758	20929	15108	5820
12	0.000046645	22198	15848	6350
13	0.000050532	23440	16561	6879
14	0.000054419	24659	17252	7408
15	0.000058306	25861	17924	7937
16	0.000062193	27047	18581	8466
17	0.000066080	28220	19225	8995
18	0.000069967	29374	19850	9524
19	0.000073855	30520	20466	10053
20	0.000077742	31651	21068	10583
21	0.000081629	32770	21658	11112
22	0.000085516	33875	22234	11641
23	0.000089403	34973	22803	12170
<b>24</b>	<b>0.000093290</b>	<b>35523</b>	<b>22824</b>	<b>12699</b>
25	0.000097177	35707	22478	13228
26	0.000101064	35835	22078	13757
27	0.000104951	35906	21620	14286
28	0.000108838	35970	21154	14816
29	0.000112725	36030	20685	15345
30	0.000116612	36083	20209	15874
31	0.000120500	36133	19730	16403
32	0.000124387	36174	19242	16932



Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

33	0.000128274	36212	18751	17461
34	0.000132161	36248	18258	17990
35	0.000136048	36283	17763	18520
36	0.000139935	36314	17266	19049
37	0.000143822	36343	16765	19578
38	0.000147709	36366	16259	20107
39	0.000151596	36391	15755	20636
40	0.000155483	36414	15249	21165
41	0.000159370	36434	14740	21694
42	0.000163257	36455	14232	22223
43	0.000167145	36472	13719	22753
44	0.000171032	36485	13204	23282
45	0.000174919	36499	12689	23811
46	0.000178806	36517	12177	24340
47	0.000182693	36531	11662	24869
48	0.000186580	36545	11147	25398
49	0.000190467	36557	10630	25927
50	0.000194354	36568	10111	26456
51	0.000198241	36577	9592	26986
52	0.000202128	36585	9070	27515
53	0.000206015	36596	8552	28044
54	0.000209902	36604	8031	28573
55	0.000213789	36614	7512	29102
56	0.000217677	36623	6991	29631
57	0.000221564	36628	6468	30160
58	0.000225451	36634	5945	30689
59	0.000229338	36644	5425	31219
60	0.000233225	36648	4901	31748

### 3.8 ESEMPIO 8



La trave in c.a. su due appoggi in figura è tratta dall'Example 7.4 del volume di A.Ghali, R.Favre "Concrete Structures - stresses and deformations" (E & FN SPON) è costituita per la sua intera lunghezza dalla sezione costante, per geometria e materiali, denominata ESEMPIO\_8\_GHALI\_SEZ.sez pure presente tra i files di esempio del programma.

Al tempo  $t_0$  viene applicato un carico uniforme di 1700 daN/m che rappresenta il carico risultante di una combinazione *quasi permanente* di esercizio. Si chiede il valore della freccia massima della trave a lungo termine ( $t = \infty$ ) posto che i dati meccanici e reologici siano i seguenti:

- $E_s = 2000000 \text{ daN/cm}^2$
- $E_c(t_0) = 300000 \text{ daN/cm}^2$  = modulo elastico al tempo  $t_0$  di applicazione del carico
- $f_{ctm} = 25 \text{ daN/cm}^2$  = resistenza media a trazione del conglomerato
- $\phi(t, t_0) = 2.5$  = coeff. di viscosità valutato da  $t_0$  al tempo finale  $t$
- $\epsilon_{cs}(t, t_0) = 0.00025$  = deformazione per ritiro nello stesso intervallo di tempo
- $\chi(t, t_0) = 0.8$  = coeff. di invecchiamento

Prima di poter assegnare i dati della trave è stato necessario creare il file della sezione corrente della trave denominato ESEMPIO\_8\_GHALI.sez. Nel corso dell'input di questa sezione vanno inseriti i dati geometrici, meccanici e reologici finora elencati (nonché un momento fittizio qualsiasi). Una volta salvato il file della sezione è stato creato un nuovo file di calcolo, qui denominato ESEMPIO\_8.sez, in



Geostru Software – Validazione codice di calcolo

RC-SEC

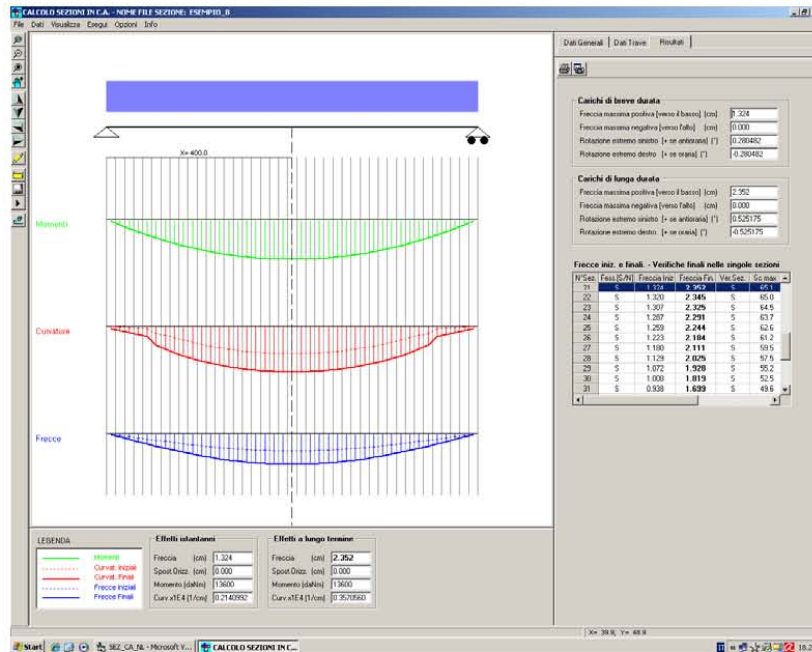
cui una volta assegnata la tipologia del calcolo delle frecce in campata singola vanno effettuate le seguenti scelte:

- Tipologia della combinazione di carico di esercizio: quasi permanente
- Tipo di campata: trave su due appoggi
- N° tronchi a sezione costante: 1 (la geometria e l'armatura sono costanti per tutta la lunghezza della trave)
- Passo medio della discretizzazione: 20 cm
- Coppie agli estremi appoggiati della trave: 0 daNm
- Caratteristiche dei singoli tronchi della trave:
  - Nome Sezione: ESEMPIO\_8\_GHALI.sez
  - Lunghezza tronco: 800 cm
  - $P_y = 1700$  daN/m
  - $N = 0$  daN.

Negli output a video ed a stampa sotto riportati viene indicata, fra l'altro, la freccia massima (in corrispondenza del concio centrale) pari a 2.35 cm identica a quella calcolata testo citato. Si noti come la freccia istantanea pari a 1,32 cm sia circa la metà della freccia differita (quest'ultima calcolata col metodo AAEM).

Oltre a calcolare le frecce nei singoli conci per integrazione delle curvatures il programma ne verifica l'apertura delle fessure e le tensioni normali.

Con questo stesso programma possono essere studiate (con piccolo errore) campate di travi iperstatiche (appartenenti a generici impalcati di edifici) a condizione di assegnare le coppie iperstatiche di estremità. Essendo inoltre possibile assegnare uno sforzo normale costante può essere studiata la deformazione (in un solo piano di inflessione) anche dei pilastri.





Geostru Software - Validazione codice di calcolo

RC-SEC

**CALCOLO FRECCHE E VERIFICA SEZIONI DI UNA TRAVE IN C.A.**  
**NOME DEL FILE: ESEMPIO\_8**

Descrizione Calcolo:  
 Tipologia della trave: Trave su due appoggi di estremità  
 Numero tronchi a sez. costante: 1  
 Passo medio discretizz. trave: 20 cm  
 Tipologia combinazione carico: Quasi Permanente  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOM. N. 1 - Classe: C20/25  
 Modulo Elastico Normale Ec: 300000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson: 0.20  
 Resis. media a trazione fctm: 25.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Viscosità: 2.50  
 Coeff. Ritiro: 0.25 /1000  
 Coeff. Invecchiamento: 0.800  
 Tensione normale Limite: 90.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite: 0.300 mm

ACCIAIO N. 1 - Tipo: B450C  
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza ist. B1\*B2: 1.00  
 Coeff. Aderenza diff. B1\*B2: 0.50  
 Tensione normale Sf Limite: 3150.0 daN/cm<sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE DEI SINGOLI TRONCHI DELLA TRAVE**

N.Tronco Numero progressivo assegnato ai tronchi da sinistra a destra  
 Nome Sez. Nome del file della sezione assegnata al tronco  
 Lunghezza Lunghezza del tronco [cm]  
 Carico un. Carico verticale uniformemente ripartito [daN/m] sul tronco  
 [positivo se diretto verso il basso]

N.Tronco	Nome Sezione	Lunghezza	Carico un.
1	ESEMPIO_8_GHA	800.0	1700

**FRECCHE - CURVATURE - SPOST. ASSIALI DELLE SINGOLE SEZIONI DELLA TRAVE**

N.sez Numero progressivo assegnato alle sezioni da sinistra a destra  
 X sez Ascissa progressiva delle sezioni con l'origine nel vincolo di sinistra  
 Nome Sez. Nome del file della sezione all'ascissa X sez  
 Ver S/N = sezione verificata o meno alle tensioni limite ed a fessurazione  
 Fess. S/N = sezione fessurata o con conglomerato interamente reagente  
 Fr.Ini Freccia istantanea [cm] all'applicazione del carico [positiva se verso il basso]  
 Cur.Ini Curvatura istantanea [1/cm] della sezione all'applicazione del carico  
 S.O.Ini Spostamento assiale istantaneo [cm] della sezione all'applicazione del carico  
 [positivo se opposto al verso crescente delle ascisse]  
 Fr.Fin Freccia [cm] a fenomeni reologici esauriti [positiva se verso il basso]  
 Cur.Fin Curvatura [1/cm] della sezione a fenomeni reologici esauriti  
 S.O.Fin Spostamento assiale [cm] della sezione a fenomeni reologici esauriti

N.Sez	X sez	Nome Sezione	Ver	Fess.	Fr.Ini	Cur.Ini	S.O.Ini	Fr.Fin	Cur.Fin	S.O.Fin
1	9.8	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.048	0.0000003	0.000	<b>0.089</b>	0.0000020	0.000
2	29.3	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.143	0.0000008	0.000	<b>0.268</b>	0.0000036	0.000
3	48.8	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.238	0.0000014	0.000	<b>0.444</b>	0.0000052	0.000
4	68.3	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.333	0.0000019	0.000	<b>0.619</b>	0.0000067	0.000
5	87.8	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.427	0.0000024	0.000	<b>0.791</b>	0.0000081	0.000
6	107.3	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.520	0.0000063	0.000	<b>0.960</b>	0.0000151	0.000
7	126.8	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.610	0.0000073	0.000	<b>1.124</b>	0.0000181	0.000
8	146.3	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.698	0.0000089	0.000	<b>1.280</b>	0.0000208	0.000
9	165.9	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.782	0.0000110	0.000	<b>1.429</b>	0.0000231	0.000
10	185.4	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.863	0.0000127	0.000	<b>1.569</b>	0.0000252	0.000
11	204.9	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.938	0.0000143	0.000	<b>1.699</b>	0.0000271	0.000
12	224.4	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.008	0.0000157	0.000	<b>1.819</b>	0.0000288	0.000



Geostru Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

13	243.9	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.072	0.0000170	0.000	<b>1.928</b>	0.0000302	0.000
14	263.4	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.129	0.0000180	0.000	<b>2.025</b>	0.0000315	0.000
15	282.9	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.180	0.0000189	0.000	<b>2.111</b>	0.0000326	0.000
16	302.4	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.223	0.0000197	0.000	<b>2.184</b>	0.0000336	0.000
17	322.0	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.259	0.0000203	0.000	<b>2.244</b>	0.0000344	0.000
18	341.5	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.287	0.0000208	0.000	<b>2.291</b>	0.0000349	0.000
19	361.0	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.307	0.0000211	0.000	<b>2.325</b>	0.0000354	0.000
20	380.5	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.320	0.0000213	0.000	<b>2.345</b>	0.0000356	0.000
21	400.0	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.324	0.0000214	0.000	<b>2.352</b>	0.0000357	0.000
22	419.5	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.320	0.0000213	0.000	<b>2.345</b>	0.0000356	0.000
23	439.0	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.307	0.0000211	0.000	<b>2.325</b>	0.0000354	0.000
24	458.5	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.287	0.0000208	0.000	<b>2.291</b>	0.0000349	0.000
25	478.0	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.259	0.0000203	0.000	<b>2.244</b>	0.0000344	0.000
26	497.6	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.223	0.0000197	0.000	<b>2.184</b>	0.0000336	0.000
27	517.1	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.180	0.0000189	0.000	<b>2.111</b>	0.0000326	0.000
28	536.6	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.129	0.0000180	0.000	<b>2.025</b>	0.0000315	0.000
29	556.1	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.072	0.0000170	0.000	<b>1.928</b>	0.0000302	0.000
30	575.6	ESEMPIO_8_GHA	S	S	1.008	0.0000157	0.000	<b>1.819</b>	0.0000288	0.000
31	595.1	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.938	0.0000143	0.000	<b>1.699</b>	0.0000271	0.000
32	614.6	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.863	0.0000127	0.000	<b>1.569</b>	0.0000252	0.000
33	634.1	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.782	0.0000110	0.000	<b>1.429</b>	0.0000231	0.000
34	653.7	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.698	0.0000089	0.000	<b>1.280</b>	0.0000208	0.000
35	673.2	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.610	0.0000073	0.000	<b>1.124</b>	0.0000181	0.000
36	692.7	ESEMPIO_8_GHA	S	S	0.520	0.0000063	0.000	<b>0.960</b>	0.0000151	0.000
37	712.2	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.427	0.0000024	0.000	<b>0.791</b>	0.0000081	0.000
38	731.7	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.333	0.0000019	0.000	<b>0.619</b>	0.0000067	0.000
39	751.2	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.238	0.0000014	0.000	<b>0.444</b>	0.0000052	0.000
40	770.7	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.143	0.0000008	0.000	<b>0.268</b>	0.0000036	0.000
41	790.2	ESEMPIO_8_GHA	S	N	0.048	0.0000003	0.000	<b>0.089</b>	0.0000020	0.000

**VERIFICA SEZIONI PER TENSIONI NORMALI ED APERTURA DELLE FESSURE**

N.sez	Numero progressivo assegnato alle sezioni da sinistra a destra								
X sez	Ascissa progressiva delle sezioni con l'origine nel vincolo di sinistra								
Nome Sez.	Nome del file della sezione all'ascissa X sez								
Ver	S/N = sezione verificata o meno alle tensioni limite ed a fessurazione								
Momento	Momento flettente nella sezione considerata								
Sf.Ass.	Sforzo normale baricentrico[daN] assegnato [+ se di compressione]								
Sc max	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di compressione nel conglomerato								
Sf min	Massima trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] nell'acciaio								
Ap.Fess.	Apertura fessure finale massima [mm] nella sezione								

N.Sez	X sez	Nome Sezione	Ver	Momento	Sf.Ass.	Sc max	Sf min	Ap.Fess.
1	9.8	ESEMPIO_8_GHA	S	655	0	3.27	339.1	0.000
2	29.3	ESEMPIO_8_GHA	S	1917	0	8.05	255.4	0.000
3	48.8	ESEMPIO_8_GHA	S	3115	0	12.59	175.9	0.000
4	68.3	ESEMPIO_8_GHA	S	4247	0	16.88	100.8	0.000
5	87.8	ESEMPIO_8_GHA	S	5315	0	20.93	29.9	0.000
6	107.3	ESEMPIO_8_GHA	S	6319	0	30.16	-1078.8	0.067
7	126.8	ESEMPIO_8_GHA	S	7257	0	34.67	-1240.6	0.092
8	146.3	ESEMPIO_8_GHA	S	8131	0	38.86	-1391.1	0.114
9	165.9	ESEMPIO_8_GHA	S	8940	0	42.75	-1530.6	0.133
10	185.4	ESEMPIO_8_GHA	S	9684	0	46.32	-1658.8	0.150
11	204.9	ESEMPIO_8_GHA	S	10364	0	49.59	-1776.0	0.166
12	224.4	ESEMPIO_8_GHA	S	10979	0	52.54	-1881.9	0.179
13	243.9	ESEMPIO_8_GHA	S	11529	0	55.18	-1976.7	0.191
14	263.4	ESEMPIO_8_GHA	S	12014	0	57.51	-2060.4	0.202
15	282.9	ESEMPIO_8_GHA	S	12435	0	59.53	-2132.9	0.211
16	302.4	ESEMPIO_8_GHA	S	12791	0	61.24	-2194.2	0.218
17	322.0	ESEMPIO_8_GHA	S	13082	0	62.64	-2244.4	0.225
18	341.5	ESEMPIO_8_GHA	S	13309	0	63.73	-2283.5	0.229
19	361.0	ESEMPIO_8_GHA	S	13471	0	64.50	-2311.4	0.233
20	380.5	ESEMPIO_8_GHA	S	13568	0	64.97	-2328.1	0.235
21	400.0	ESEMPIO_8_GHA	S	13600	0	65.13	-2333.7	0.236
22	419.5	ESEMPIO_8_GHA	S	13568	0	64.97	-2328.1	0.235
23	439.0	ESEMPIO_8_GHA	S	13471	0	64.50	-2311.4	0.233
24	458.5	ESEMPIO_8_GHA	S	13309	0	63.73	-2283.5	0.229
25	478.0	ESEMPIO_8_GHA	S	13082	0	62.64	-2244.4	0.225
26	497.6	ESEMPIO_8_GHA	S	12791	0	61.24	-2194.2	0.218
27	517.1	ESEMPIO_8_GHA	S	12435	0	59.53	-2132.9	0.211
28	536.6	ESEMPIO_8_GHA	S	12014	0	57.51	-2060.4	0.202
29	556.1	ESEMPIO_8_GHA	S	11529	0	55.18	-1976.7	0.191



GeoSTRU Software – Validazione codice di calcolo RC-SEC

30	575.6	ESEMPIO_8_GHA	S	10979	0	52.54	-1881.9	0.179
31	595.1	ESEMPIO_8_GHA	S	10364	0	49.59	-1776.0	0.166
32	614.6	ESEMPIO_8_GHA	S	9684	0	46.32	-1658.8	0.150
33	634.1	ESEMPIO_8_GHA	S	8940	0	42.75	-1530.6	0.133
34	653.7	ESEMPIO_8_GHA	S	8131	0	38.86	-1391.1	0.114
35	673.2	ESEMPIO_8_GHA	S	7257	0	34.67	-1240.6	0.092
36	692.7	ESEMPIO_8_GHA	S	6319	0	30.16	-1078.8	0.067
37	712.2	ESEMPIO_8_GHA	S	5315	0	20.93	29.9	0.000
38	731.7	ESEMPIO_8_GHA	S	4247	0	16.88	100.8	0.000
39	751.2	ESEMPIO_8_GHA	S	3115	0	12.59	175.9	0.000
40	770.7	ESEMPIO_8_GHA	S	1917	0	8.05	255.4	0.000
41	790.2	ESEMPIO_8_GHA	S	655	0	3.27	339.1	0.000



## 11. SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P

STUDIO CORONA S.r.l.

---

I.T. S.r.l.

---

CONSORZIO UNING

---

SETAC S.r.l.

---

DOTT. DANILO GALLO

---

ECOPLAN S.r.l.

---

E&G S.r.l.

---

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

---

ING. RENATO DEL PRETE

---