



PROVINCIA DI BOLOGNA

Settore Lavori Pubblici

STRADA

S.P. 569 "DI VIGNOLA"

LAVORO

**COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA
S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P. 78 NEI
COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO**

ELABORATO

VARIANTE ALLA S.P. N°569 "DI VIGNOLA"

**PONTE TORRENTE SAMOGGIA Progr. km 8+168
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

PROGETTAZIONE GENERALE

PROGETTISTA

Geom. Emanuele Tracchi

Dott. Ing. Marco Ferrarini

Dott. Ing. Chiara Ferrari

P.i.e. Stefano Romagnoli

Geom. Federico Vannucchi

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Pietro Luminasi

**Servizio
Progettazione
e Costruzioni
Stradali**

DATA **FEBBRAIO 2013**

N.

B.1.1.2

SCALA

--

RIFERIMENTO :

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE STRUTTURALE



**PIACENTINI
INGEGNERI**

via Belvedere 6 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)



(Ing. Luca Piacentini)

B

REVISIONE

DATA

MODIFICA

**QUESTO DISEGNO E LA RELATIVA INVENZIONE SONO DI PROPRIETA' DELL'AMMINISTRAZIONE
NON NE E' CONSENTITO L'UTILIZZO SE NON SU ESPLICITA AUTORIZZAZIONE
OGNI DIRITTO A TALE RIGUARDO E' ESPRESSAMENTE RISERVATO ED ESCLUSIVO**

S.P. n° 569 “DI VIGNOLA”

**COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA
S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P.67 E ALLA S.P. 78 NEI
COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO**

PROGETTO ESECUTIVO

**PONTE TORRENTE SAMOGGIA
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A**

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

INDICE

1.	PREMESSA.....	8
2.	NORMATIVA E RIFERIMENTI.....	14
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	16
	CALCESTRUZZO.....	16
	ACCIAIO PER C.C.A.....	18
	CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO.....	19
4.	CRITERI DI CALCOLO	20
4.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	20
4.2	COMBINAZIONI DI CARICO	25
4.2.1	Combinazioni per la verifica allo SLU	25
4.2.2	Combinazioni per la verifica allo SLE.....	27
4.2.3	Combinazioni per la condizione sismica	27
4.2.4	Coefficienti di combinazione	28
4.3	SISTEMA DI VINCOLAMENTO	30
4.4	VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO	30
4.5	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	31
4.6	PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	31
4.7	VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI	
	34	
4.7.1	Modello "A"	34
5.	PROGRAMMA DI CALCOLO	37
5.1	PRO_SAP	37
5.2	GROUP	38
6.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	39

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.	CALCOLO DELLA STRUTTURA	41
	CONVENZIONE SUI SEGNI.....	41
7.1	DATI PER ANALISI SISMICA.....	42
7.2	ELENCO DATI	45
7.2.1	Dati relativi alle travi	45
	Dati relativi alla soletta e alla pavimentazione	45
	Dati relativi alle finiture.....	46
	Dati relativi ai carichi mobili	46
	Dati relativi alle azioni sismiche	47
	Dati relativi agli appoggi ed alla curvatura impalcato	47
	Dati relativi ai baggioli.....	47
	Dati relativi alla spalla	48
	Dati relativi alla platea di fondazione	49
	Dati relativi al terreno.....	49
7.3	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	51
7.3.1	Carichi permanenti	51
7.3.2	Azione elastica dovuta allo scorrimento dei dispositivi di appoggio	52
7.3.3	Carichi accidentali	53
	Azione di frenamento.....	55
	Azione centrifuga	56
	Azione del vento	56
7.3.4	Azione sismica	57
7.4	AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA	59
7.4.1	Peso proprio	59
7.4.2	Spinta delle terre	60
	<i>Spinta del terreno di monte</i>	<i>60</i>
7.4.2.1	<i>Spinta relativa del sovraccarico sul terrapieno</i>	<i>60</i>

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.4.3	Spinta relativa al terreno di valle	62
7.4.4	Azione del vento.....	62
7.4.5	Azione sismica	63
7.4.5.1	Azioni inerziali	64
7.4.5.2	Spinta terre.....	66
7.5	FONDAZIONE.....	67
7.5.1	Palificata di fondazione	67
7.5.2	Geometria della palificata/fondazione	70
7.5.3	Modellazione con group	71
7.5.4	Carichi elementari	72
7.5.5	Combinazioni di carico	74
7.5.6	Sollecitazioni sulla fondazione	76
7.5.6.1	Carichi permanenti e condizione provvisoria	76
7.5.6.2	Stati limite di esercizio (RAR)	76
7.5.6.3	Stati limite di fessurazione	77
7.5.6.4	Stati limite ultimi (STRU).....	77
7.5.6.5	Stati limite ultimi (GEO).....	80
7.5.6.6	Condizione sismica	83
7.6	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI	85
7.6.1	Platea di fondazione.....	85
7.6.2	Fusto spalla	91
7.6.2.1	Sollecitazioni nella sezione di base	93
7.6.3	Muri di risvolto	96
7.6.3.1	Calcolo nello schema di mensola verticale incastrata alla base (sezione corrente) 96	
7.6.3.2	Calcolo nello schema di mensola verticale incastrata alla fondazione (sezione a filo orecchia)	100
7.6.3.3	Calcolo nello schema di mensola orizzontale (risvolto–paraghiaia).....	102

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3.4	Orecchia.....	110
7.6.4	Paraghiaia	113
7.6.4.1	Sezione d'incastro sul fusto	114
7.6.4.2	Sezione verticale d'incastro con il risvolto	118
7.6.1	Baggioli.....	125
7.6.1.1	Riepilogo delle sollecitazioni trasmesse dagli apparecchi di appoggio	125
7.6.1.2	Verifica dell'armatura verticale.....	126
7.6.1.3	Verifica dell'armatura di appensione.....	127
7.6.2	Pali di fondazione	128
8.	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	136
8.1	PARAGHIAIA.....	137
8.1.1	Sezione d'incastro con il fusto.....	137
8.1.1.1	Verifiche a presso-flessione.....	137
8.1.1.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	140
8.1.2	Sezione d'incastro con il risvolto	142
8.1.2.1	Verifiche a tenso-flessione.....	142
8.1.3	Sezione di mezzeria (fibre orizzontali)	146
8.1.3.1	Verifiche a tenso-flessione.....	146
8.2	MURI DI RISVOLTO	150
8.2.1	Sezione di attacco con la platea (sezione corrente)	150
8.2.1.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione	150
8.2.1.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	153
8.2.2	Sezione di attacco con la platea (sezione a filo orecchia)	155
8.2.2.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione	155
8.2.2.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	158
8.2.3	Sezione di attacco con il paraghiaia	160
8.2.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione.....	160

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.2.3.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	163
8.2.4	Orecchia	165
8.2.4.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione.....	165
8.2.4.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	168
8.3	FUSTO	170
8.3.1	Sezione d'incastro con la fondazione (mensola verticale)	170
8.3.1.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione	170
8.3.1.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo.....	173
8.4	PLATEA DI FONDAZIONE	175
8.4.1	Verifica a punzonamento	175
8.4.1.1	Combinazione allo SLU	175
8.4.2	Sezione d'incastro con il risvolto (sezione corrente).....	177
8.4.2.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Tenso-Flessione	177
8.4.3	Sezione d'incastro con il risvolto (sezione a filo orecchia).....	181
8.4.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Tenso-Flessione	181
8.4.4	Sezione d'incastro con il fusto (sbalzo posteriore).....	185
8.4.4.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione.....	185
8.5	PALI DI FONDAZIONE	189
8.5.1.1	Verifica per presso-flessione testa palo.....	189
8.5.1.2	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo - testa palo.....	194
8.5.1.3	Verifica per presso-flessione- riduzione armatura pos 1-2	195
8.5.1.4	Verifiche a taglio allo stato limite ultimo - riduzione armatura pos 1-2	199
8.5.1.5	Verifica per presso-flessione- riduzione armatura pos 2-3.....	200
9.	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PORTANZA DEI PALI FONDAZIONE	204
9.1	PREMESSA	204
9.2	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE	205

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

9.3 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE 207

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1. PREMESSA

Nell'ambito della realizzazione del completamento della variante generale della S.P. 569 nei comuni di Bazzano e Crespellano (c.d. "nuova Bazzanese"), si prevede lo scavalco del torrente Samoggia mediante la realizzazione di un viadotto a tre campate in acciaio.

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo comprensiva di tutte le verifiche di sicurezza inerenti alle spalle del viadotto in esame.

L'opera prevista per scavalcare il torrente Samoggia è un ponte di lunghezza complessiva di 152.28m, suddivisa in 3 campate da 44 + 64.28 + 44 m, misurati in asse appoggi SpA - SpB. Il viadotto è una strada tipo C1, l'asse di tracciamento è interamente curvilineo e la larghezza della carreggiata è costantemente variabile a causa dell'allargamento associato alla visibilità in curva.

Le larghezze della carreggiata significative sono riportate nella seguente tabella:

	larghezza dir MO	larghezza dir BO	larghezza carreggiata
SpA	5.25	5.250	10.50
P1	5.25	6.025	11.28
P2	5.25	7.018	12.27
SpB	5.25	7.993	13.24

Il cordoli hanno larghezza costante pari ad un metro.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche delle lunghezze delle campate afferenti agli elementi di sostegno.

	L campata [m]	L afferenza [m]	Pila (setto)	
			Sezione Rettangolare B [m] x H [m]	Altezza [m]
SpA	44	15.03	8.5 x 1.5	3.5
P1	64.28	61.11		
P2	44	61.11	8.5 x 1.5	2.5
SpB		15.03		

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Il manufatto è realizzato a travata metallica continua, in modo tale da ridurre il più possibile il numero di giunti di dilatazione sull'opera.

L'impalcato metallico previsto sarà del tipo "a cassone", con sezione trasversale trapezia formata da tre travi a parete piena, controvento di torsione reticolare inferiore, soletta in C.A. collaborante con le travi metalliche costituente la parte superiore del cassone. La pendenza trasversale dell'impalcato è ottenuta mediante l'altezza variabile delle tre travi. La realizzazione della soletta d'impalcato è prevista con il sistema costruttivo "a prédalles", armate con tralicci tipo Bausta (o similari), autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta. Per una descrizione più dettagliata dell'impalcato si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

Il sistema di vincolamento previsto per il ponte è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata. I dispositivi previsti in corrispondenza delle pile sono inoltre dotati di una slitta che permette gli spostamenti in

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

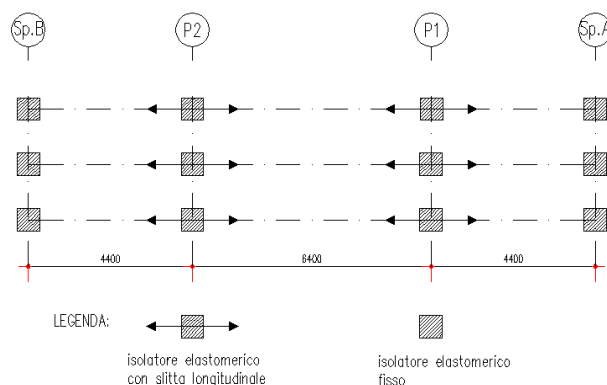
direzione longitudinale: di conseguenza le azioni longitudinali in condizioni di esercizio o in condizione sismica si ripartiscono sulle sole spalle e non vengono trasmesse alle pile. L'unica azione longitudinale agente sulle pile è dovuta all'attrito. Le azioni trasversali invece sono trasmesse a pile e spalle: in questo modo viene ripartita su un maggior numero di punti l'azione del vento e quindi vengono minimizzati gli spostamenti orizzontali trasversali dovuti a tale azione che altrimenti rappresenterebbero un malfunzionamento dell'opera in condizioni di esercizio.

Di seguito si anticipano i valori delle rigidezze traslazionali dei dispositivi previsti in corrispondenza delle spalle e delle pile in condizioni di esercizio e sismiche: tali valori verranno infatti utilizzate in condizioni sismiche in un'analisi dinamica lineare al fine della valutazione delle azioni sismiche e nella ripartizione delle azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato ai diversi elementi di sostegno.

	Spalle	Pile
Numero dispositivi di appoggio	3	3

	Kh dispositivi spalle	Kh dispositivi pila
Condizioni di esercizio	13420 kN/m	17520 kN/m
Condizioni sismiche	6710 kN/m	8760 kN/m

L'immagine seguente riporta uno schema planimetrico della disposizione degli isolatori lungo lo sviluppo del ponte.



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Le spalle dell'opera sono di tipo ordinario in conglomerato cementizio armato e presentano una platea a fondazione su 10 e 8 pali rispettivamente per la spalla B e la spalla A, con le seguenti caratteristiche:

Lunghezza del palo = 38 metri

Diametro del palo = 1,2 metri

Tipologia di palo = trivellato

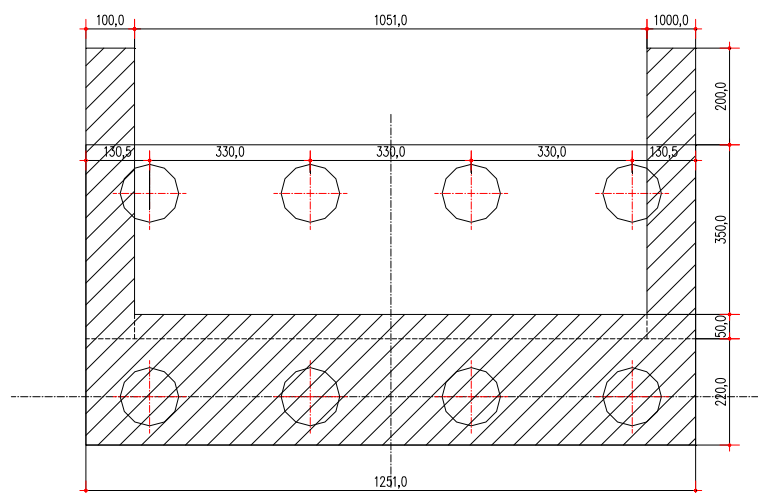
La spalla A è costituita da:

una platea di fondazione di forma parallelepipedica di dimensioni 12.5 x 1.6 x 4.2

l'elevazione di altezza 1.0 metro

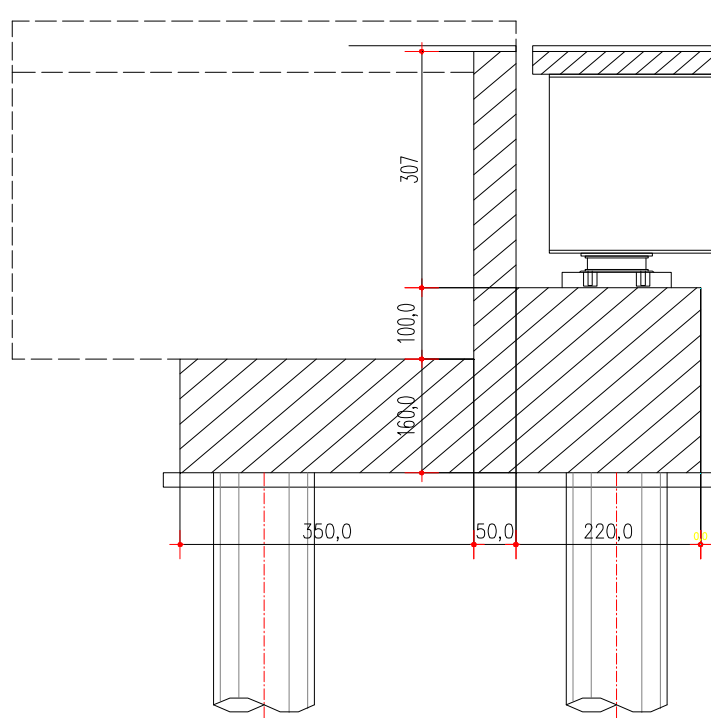
il paraghiaia di spessore 0.50 m ed altezza media di circa 3.07 metri, due muri di risvolto di altezza media 4.2 m, lunghezza 5.50 m e spessore 1.0 m

per un miglior inquadramento della geometria si faccia riferimento alle seguenti figure:



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



sezione in asse spalla

La spalla B è costituita da:

una platea di fondazione di forma parallelepipedica di dimensioni 15.37-15.21 x 6.2 x 1.6

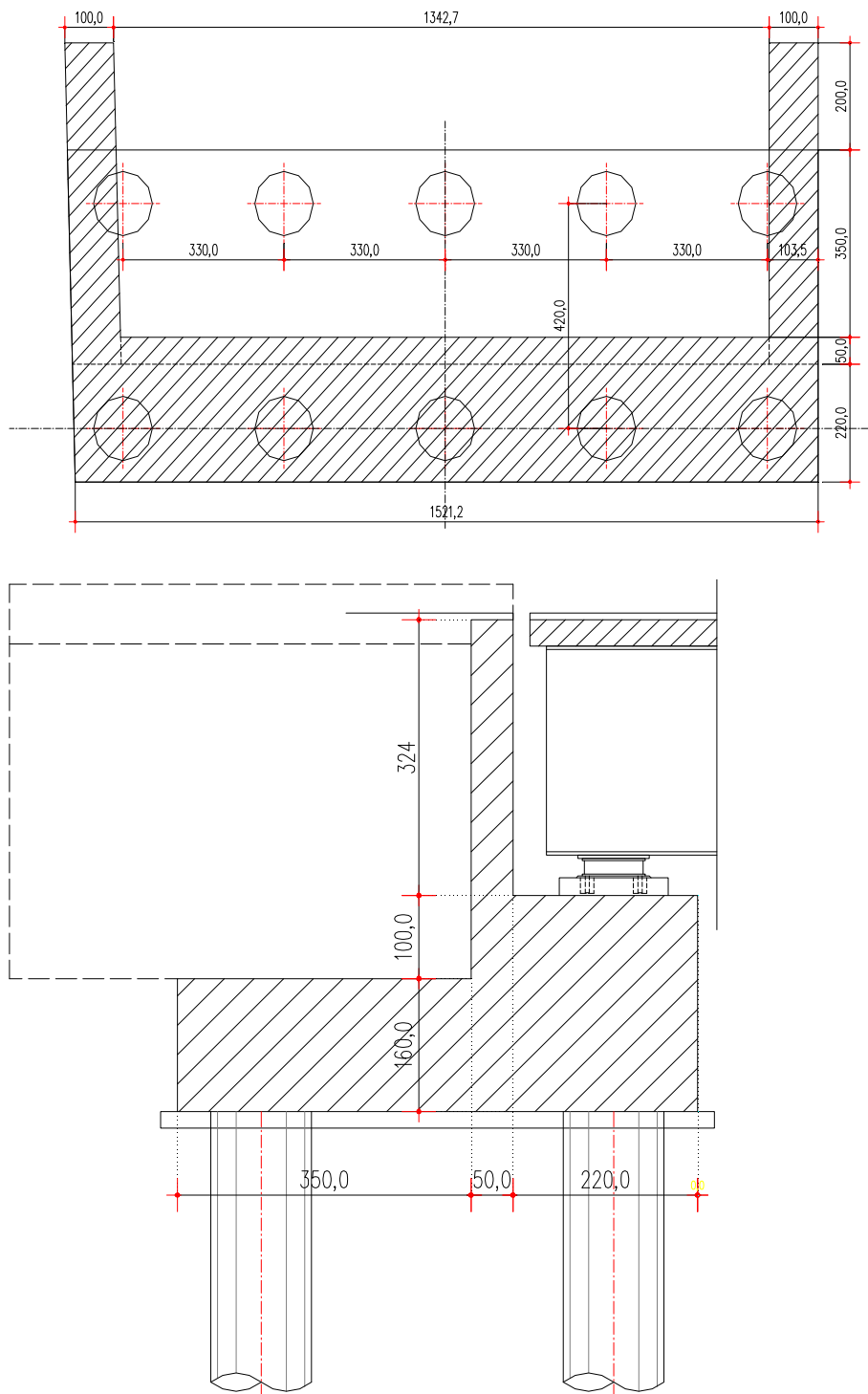
l'elevazione del fusto di altezza 1.0 metro

il paraghiaia di spessore 0.50 m ed altezza massima di circa 3.6 metri, due muri di risvolto di altezza media 4.37 m, lunghezza 5.50 m e spessore 1.0 m

per un miglior inquadramento della geometria si faccia riferimento alle seguenti figure:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



sezione in asse spalla

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

2. NORMATIVA E RIFERIMENTI

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
- UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi
- UNI EN 1993-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-5:2007 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica
- UNI EN 1994-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1994-2:2006 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- UNI EN 1337-2 marzo 2004 – “Appoggi strutturali Parte 2: Elementi di scorrimento”

PROGETTISTA

 **PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera si prevede l'impiego dei materiali indicati nei paragrafi che seguono. Si indicheranno le caratteristiche prestazionali di resistenza minime e, con particolare riferimento ai calcestruzzi, anche le prescrizioni o caratteristiche da assicurare per garantire i requisiti di durabilità.

CALCESTRUZZO

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

CALCESTRUZZI:PALI

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C28/35
 < 0.6
 300 kg/mc
 32 mm
 75 mm
 XC2
 CEM II/B-S, III/A, IV/A
 S4-S5

BAGGIOLI

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C32/40
 < 0.5
 340 kg/mc
 32 mm
 35 mm
 XC4, XD1, XF2, XA1
 CEM II/B-S,III/A, IV/A
 S4

DIAFRAMMI

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C28/35
 < 0.6
 300 kg/mc
 26 mm
 75 mm
 XC2
 CEM II/B-S, III/A, IV/A
 S4-S5

LASTRE TRALICCIATE

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C45/55
 < 0.5
 340 kg/mc
 20 mm
 25 mm
 XC4, XD1
 CEM II/B-S,III/A, IV/A
 S5

FONDAZIONE SPALLE

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C32/40
 < 0.55
 300 kg/mc
 32 mm
 40 mm
 XC2, XA1
 CEM II/B-S, III/A, IV/A
 S4

SOLETTA DI IMPALCATO

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C35/45
 < 0.5
 340 kg/mc
 25 mm
 35 mm
 XC4
 CEM II/B-S,III/A, IV/A
 S4 - S5

ELEVAZIONE SPALLE E PILE

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- aria inglobata
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C32/40
 < 0.5
 340 kg/mc
 32 mm
 40 mm
 XC4, XD1, XF2, XA1
 2.5%
 CEM II/B-S, III/A, IV/A
 S4

SOLETTA RETROTRAVE

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- aria inglobata
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C35/45
 < 0.45
 360 kg/mc
 25 mm
 45 mm
 XC4, XD3, XF4
 5%+-1%
 CEM II/B-S,III/A, IV/A
 S4 - S5

CORDOLI

- classe di resistenza minima
- rapporto acqua/cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo aggregato
- copriferro
- classe di esposizione
- aria inglobata
- tipo di cemento
- classe di consistenza

C35/45
 < 0.45
 360 kg/mc
 25 mm
 50 mm
 XC4, XD3, XF4
 5%+-1%
 CEM III, IV
 S4

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

ACCIAIO PER C.C.A.

Acciaio tipo: B450 C Saldabile controllato in stabilimento

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche dell'acciaio d'armatura utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Tensione di snervamento caratteristica	f_{yk}	= 450N/mm ²
Coefficiente parziale per verifiche sezionali	γ_M	= 1.15
Tensione di snervamento di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_M$	= 391N/mm ²
Tensione limite in esercizio	$\sigma_s = 0.80 * f_{yk}$	= 360N/mm ²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

- Elementi composti per saldatura :
 - acciaio S355J2+W (ex 510 D CORTEN) per spessori $\leq 40\text{mm}$ (UNI EN 10025)
 - acciaio S355K2+W (ex 510 DD CORTEN) per spessori $> 40\text{mm}$ (UNI EN 10025)
- Elementi non saldati :
 - acciaio S355J0+W (ex 510 C CORTEN) (UNI EN 10025)

BULLONI

- Secondo UNI EN 14399: 2005 part1 3, 4, 5 e 6
 Viti : classe 10.9 (UNI EN ISO 898 – 1: 2001)
 Dadi : classe 10.9 (UNI EN 20898–2: 1994)
 Rosette : acciaio C50 UNI EN 10083 – 2: 2006 (HRC 32–40)
 -Giunzioni ad attrito, coppie di serraggio secondo D.M. 04/01/2008
 -I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite verso l'alto ed il dado verso il basso ed avranno una rosetta sotto la vite ed una sotto il dado
 -Fori per bulloni secondo D.M. 04/01/2008

PIOLI

- Secondo UNI EN ISO 13918
 Pioli tipo Nelson (per ϕ e H vedere elaborati grafici)
 Acciaio ST 37–3K (S235J2G3+C450)
 Snervamento : $f_y \geq 350 \text{ N/mm}^2$
 Rottura : $f_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$
 Allungamento : $A \geq 15\%$
 Strizione : $Z \geq 50\%$

SALDATURE

- Secondo D.M. 04/01/2008
 -Dove non diversamente specificato si prevedono saldature a cordone d'angolo di lato pari a 0.7 per lo spessore minimo da collegare se su entrambi i lati e di lato pari allo spessore minimo da collegare se su un solo lato
 -Tutti i cordoni devono essere sigillati sul contorno.
 -Per i giunti a piena penetrazione le lamiere dovranno essere preventivamente preparate con opportuno cianfrino.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

4.1 CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 (NT).

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle spalle, nel rispetto del punto § 7.9.2., rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

A riguardo del calcolo allo SLV, dovendo la struttura mantenere durante l'evento sismico un comportamento elastico, vengono eseguite le verifiche alle tensioni di esercizio (§ 4.1.2.2.5), assumendo come limite delle tensioni di esercizio quelle adottate per la combinazione caratteristica (rara) (§ 4.1.2.2.5)/(EC2 § 7.2). Tale combinazione, in accordo al punto § 7.10.6.1. (NTC) e alla Circ. 617 § 7.10.6.1. (nella quale si afferma che il sostanziale mantenimento in campo elastico della struttura nelle verifiche allo SLU, fornisce ampie garanzie rispetto alla sicurezza nei confronti dello SLD), consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la IV .

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 100 \text{anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$P_{VR}(SLV)=10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 949 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono:

$$(a_g=0.205g ; F_0=2.401 ; T_c^*=0.314s)$$

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (NT § 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} \qquad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C" (come da Relazione geotecnica).

Datta la categoria di sulo, si ottengono i seguenti parametri:

$$S_s(SLV)=1.40$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

$$a_{max}(SLV)=S \cdot a_g=S_s \cdot a_g = 1.40 \cdot 0.205g=0.288g$$

Essendo la spalla una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume il valore:

$$\beta_m=1$$

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

$$(SLV) \quad k_h=\beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}=0.288 \quad k_v=\pm 0.5 \cdot k_h=0.144$$

Le spinte delle terre, considerando la spalla una struttura priva di spostamenti rispetto al terreno (NT par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta attiva, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con la formula di Mononobe-Okabe:

$$\Delta P_d= 1/2 \times S \times (1+k_v) \times (K-k_a) \times \gamma \times h_{tot}^2$$

Il punto di applicazione della sovraspinta che interessa la spalla è posto $h/2$.

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

PROGETTISTA

 **PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NT.

4.2.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Trattandosi di opere interrate, le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

1. combinazione 1 → (A1+M1+R1) → STR
2. combinazione 2 → (A2+M1+R2) → GEO (carico limite)

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	M ₁	M ₂
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1.25

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Resistenza non drenata	C'_{uk}	γ_{cu}	1	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO γ_F	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanente	favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.35	1.0
Permanente non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.0(0.9)	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5 (1.1)	1.35	1.0/1.3
Variabili da traffico	favorevole	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.30

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per la resistenza del sistema

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R=1$	$\gamma_R=1.8$
Scorrimento	$\gamma_R=1$	$\gamma_R=1.1$

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR}) \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$\text{EQU)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))$$

4.2.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Frequente)} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Quasi permanente)} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Rara)} \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

4.2.3 Combinazioni per la condizione sismica

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti (approccio 1):

$$\text{STR)} \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO)} \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Le verifiche agli stati limite ultimi § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.1.VI e § 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere stradali, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0 \div 0.2$ (condizione cautelativa).

Data la natura dell'opera in progetto, così come previsto dalla norma, si può assumere $\psi_{2i} = 0.2$.

4.2.4 Coefficienti di combinazione

Il raggruppamento in maniera sintetica delle combinazioni di base applicate nello sviluppo dei calcoli sono riportate nella tabella seguente:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

stradali		PERMANENTI +PORTATI + RESISTENZE PASSIVE:	SPINTE	OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI DIVERSI:	VARIAZIONI TERMICHE:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	AZIONI SISMICHE VERTICALI
		a	b	c	d	e	f	g	i	l	j	k
gruppo 1	SLU.1	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.350	1.350	0.000	0.000	0.900	1.125	0.720	0.000	0.000
	SLU.2	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	0.000	0.000	0.900	1.500	0.720	0.000	0.000
gruppo 2a	SLU.3	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	1.350	0.000	0.900	1.125	0.720	0.000	0.000
gruppo 2b	SLU.4	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	0.000	1.350	0.900	1.125	0.720	0.000	0.000
sisma	SISMA	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000
	RAR-gr1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.600	0.000	0.600	0.000	0.000
	RAR-gr2a	1.000	1.000	0.750	0.750	1.000	0.000	0.600	0.000	0.600	0.000	0.000
	RAR-gr2b	1.000	1.000	0.750	0.750	0.000	1.000	0.600	0.000	0.600	0.000	0.000

Per ogni tipologia di combinazioni (SLU, SLE), a loro volta sono state splittate in ulteriori sottogruppi, in modo da raccogliere tutte le possibili casistiche di combinazioni, questi sottogruppi (che saranno riportati nei paragrafi di calcolo appropriati) sono poi numerati con ordine "I, II, III, IV".

	PERMANENTI +PORTATI + RESISTENZE PASSIVE:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	VARIAZIONI TERMICHE:
	a	b	c	d	e	f	g	l
I	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
II	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

III	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
IV	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0

Per ogni combinazione di carico con eventuale sottogruppo si distinguono poi, quando occorra, i seguenti casi dovuti all'accidentale da traffico:

- a) carichi rilevato ed impalcato contemporaneamente
- b) carico il solo impalcato
- c) carico il solo rilevato

Si aggiunge inoltre la verifica per la condizione provvisoria di rilevato sovraccarico in assenza dell'impalcato nonché la condizione con i soli carichi permanenti.

4.3 SISTEMA DI VINCOLAMENTO

Il calcolo svolto, nella condizione sismica, è un'analisi statica equivalente, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento.

Le caratteristiche dei dispositivi ed in particolare i valori delle rigidezze orizzontali vengono considerate nel calcolo delle sollecitazioni degli elementi di sostegno dell'opera in condizioni sismiche in un'analisi di tipo statico equivalente al fine della valutazione delle azioni sismiche ed in condizioni di esercizio per la ripartizione delle forze orizzontali tra i diversi elementi di sostegno.

4.4 VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO

Il calcolo delle spinte del terreno verrà svolto considerando uno schema di "spinta a riposo" in esercizio e uno schema di "spinta attiva" in condizione sismica. In condizioni sismiche, si applica l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Mononobe-Okabe.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

I dispositivi precedentemente descritti sono progettati affinché resistano senza danneggiarsi e quindi compromettere il funzionamento nelle condizioni di esercizio. Tale requisito si ritiene normalmente soddisfatto se sono soddisfatte le verifiche allo SLV dei dispositivi.

Gli elementi di sostegno (spalle) sono progettati affinché, come richiesto dalla norma stessa al paragrafo 7.9.2., si mantengano in campo elastico sotto l'azione sismica allo stato limite ultimo: in questo modo si ottiene la garanzia che, anche a seguito di un evento sismico di eccezionale intensità, gli unici elementi che ne possono rimanere danneggiati sono i dispositivi di vincolamento, più facilmente sostituibili alla fine dell'evento sismico, mentre gli elementi strutturali costituenti l'opera mantengono integre le proprie capacità di resistenza. A tal fine le verifiche in condizioni sismiche vengono svolte controllando che i materiali si mantengano al di sotto di limiti tensionali che possono ritenersi i massimi, valori entro i quali il loro comportamento si mantiene sostanzialmente lineare elastico. Tali limiti tensionali massimi assunti sono riportati nel paragrafo specifico relativo alle caratteristiche dei materiali.

Anche i pali di fondazione devono essere progettati in modo da rimanere in campo elastico, secondo quanto richiesto dalla norma al paragrafo 7.9.2.

Per le verifiche degli elementi strutturali costituenti le spalle saranno quindi svolti due tipi di verifiche: allo stato limite ultimo per le condizioni di esercizio e di controllo del mantenimento del comportamento elastico dei materiali per le condizioni sismiche, nonché le verifiche tensionali e a fessurazione per lo stato limite di esercizio.

4.6 PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

Nel presente paragrafo si espongono i criteri di progettazione adottati per le strutture di fondazione, intese come il complesso palificata e plinto di fondazione.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche delle fondazioni su pali vengono condotte con riferimento agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) e strutturali (STR).

Nella fattispecie si eseguono le analisi di progetto e verifica seguendo l'Approccio 1, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

L'Approccio 1 prevede la presa in esame delle seguenti **due combinazioni**:

Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Combinazione 2 (A2+M1+R2)

Secondo quanto prescritto dalla normativa vigente gli elementi strutturali di fondazione devono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ad essi trasmessi dalla struttura sovrastante.

Nel rispetto di tale indicazione le azioni sollecitanti agenti a base spalla, in termini di sforzo normale, tagli e momenti flettenti agenti nelle direzioni longitudinale e trasversale (N, Hl, Ht, Ml, Mt), vengono desunte dall'analisi globale della sovrastruttura in condizioni statiche e sismiche.

Si assume di progettare e verificare le strutture di fondazione per rimanere in campo elastico.

Individuate come appena esposto le azioni sollecitanti a quota estradosso plinto di fondazione, si esegue il dovuto trasporto delle stesse sino a quota testa palificata, secondo i principi della scienza delle costruzioni.

Infine si esegue il calcolo delle **sollecitazioni** di progetto **sui singoli pali**, a partire dalle azioni globali agenti sulla palificata, secondo due calcoli differenti.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Il primo **calcolo** viene svolto ipotizzando una **ripartizione lineare delle azioni** verticali, taglianti e dei momenti flettenti sui pali di fondazione.

Il secondo calcolo viene svolto per mezzo del programma di calcolo agli elementi finiti Group 7.0 (Ensoft Inc.) e consiste in un **calcolo tridimensionale** capace di tenere in debita considerazione l'**interazione tra plinto di fondazione, pali e terreno**.

Per maggiori dettagli si rimanda alle descrizioni riportate nei paragrafi specifici.

Si è scelto di condurre entrambi i calcoli per poter avere uno strumento di controllo diretto sui risultati.

Le verifiche geotecniche allo S.L.U. dei pali vengono condotte nei confronti sia del carico limite verticale che del carico limite orizzontale.

La valutazione delle resistenze del complesso pali-terreno vengono desunte dalle indicazioni riportate nella relazione specialistica redatta dal progettista geotecnico.

Le verifiche geotecniche si ritengono soddisfatte quando risulti verificato che le azioni sollecitanti di progetto siano sempre inferiori alle corrispondenti resistenze, ossia quando, sia in condizioni statiche che sismiche:

$$Ed \leq Rd.$$

Le verifiche geotecniche allo S.L.E. dei pali vengono condotte calcolando l'entità degli spostamenti verticali ed orizzontali delle strutture di fondazione e verificandone la compatibilità con i requisiti della struttura in elevazione. Per la valutazione di tali spostamenti ci si avvale ancora una volta delle indicazioni riportate nella relazione specialistica geotecnica di riferimento.

Per le verifiche strutturali si considerano tutte le combinazioni previste dalla normativa di riferimento e precedentemente riportate, sia per lo S.L.U. che per lo S.L.E..

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Allo S.L.U. si condurranno tutti i controlli di rito tramite domini di interazione per verificare la resistenza strutturale delle sezioni, mentre allo S.L.E. si eseguiranno i dovuti controlli, sia tensionali che di fessurazione, applicando i coefficienti parziali di combinazioni delle azioni previsti dalla normativa di riferimento e riportati nei paragrafi precedenti. Nella specifica combinazione sismica le verifiche di resistenza strutturali verranno condotte controllando che le tensioni massime, sia nel calcestruzzo che nell'acciaio, siano inferiori ai limiti del campo elastico.

4.7 VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali, vengono determinate o attraverso schemi statici semplici o attraverso la costruzione di un modello spaziale della struttura agli elementi finiti, Modello "A". Nei paragrafi successivi verrà descritto il suddetto modello di calcolo.

Il modello di calcolo "A" è volto al solo calcolo delle sollecitazioni che interessano le fibre orizzontali dei muri di risvolti e del muro paraghiaia.

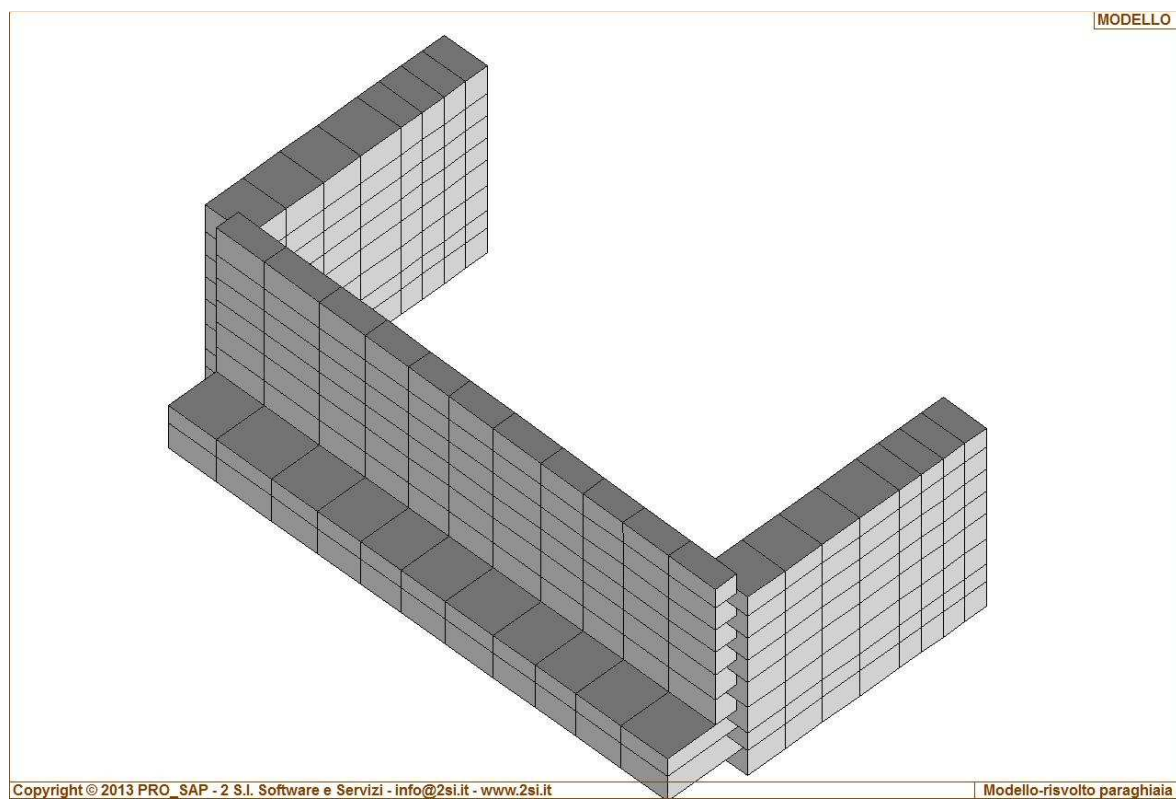
4.7.1 Modello "A"

Per il calcolo delle sollecitazioni che interessano le fibre orizzontali del muro di risvolto e del muro paraghiaia è stato realizzato un modello spaziale agli elementi finiti che schematizza la struttura attraverso elementi di tipo "shell" e vincoli rigidi alla base (incastro).

L'incastro alla base, sta a schematizzare l'effetto che produce la fondazione nei confronti dei muri soprastanti, pertanto, ai fini di una semplificazione del modello ma comunque a favore di sicurezza, alla base degli elementi (shell) rappresentanti i muri ed il fusto, è applicato il vincolo di incastro.

Nel capitolo del calcolo delle sollecitazioni, sono riportati i carichi applicati e le sollecitazioni salienti ai fini del dimensionamento, dato il volume dei dati in stampa per elementi shell che costituiscono il modello, si allega alla presente un CD con gli output del calcolo integrale.

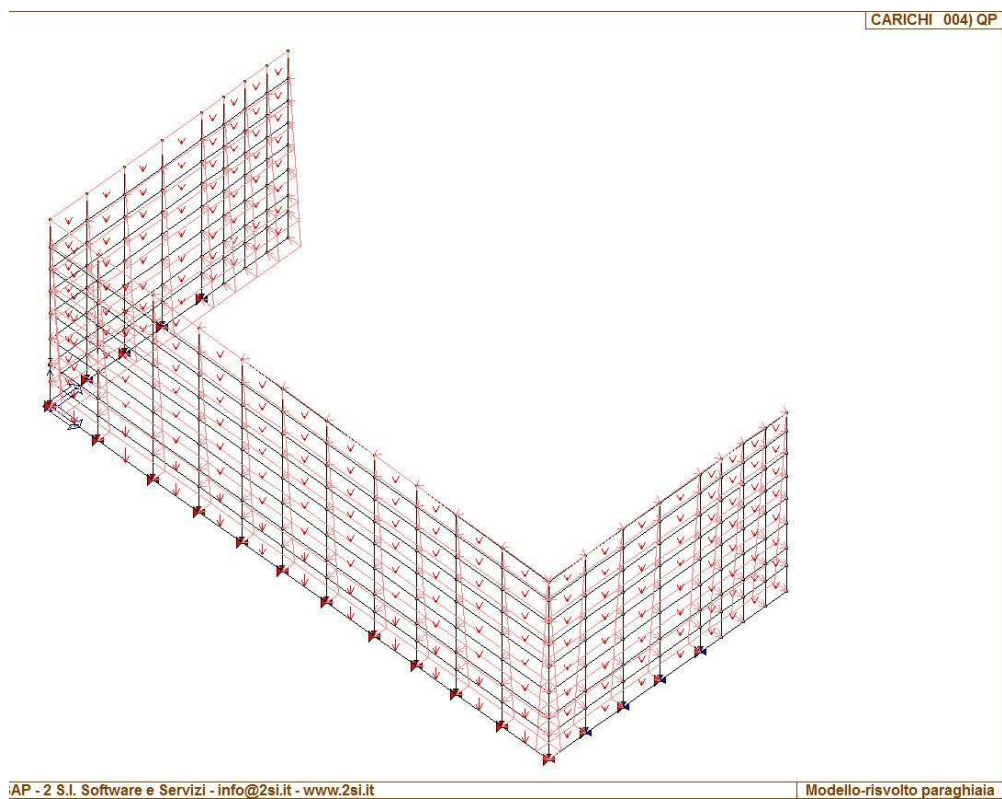
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Condizioni di carico considerate

- Pesì propri
- Spinte del terreno
- Incremento della spinta del terreno nelle sole condizioni sismiche
- Inerzie dei pesi della spalla nelle sole condizioni sismiche

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

5. PROGRAMMA DI CALCOLO

5.1 PRO_SAP

Il calcolo degli elementi strutturali viene condotto con il programma PRO_SAP (prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. P.tta Schiatti 8/b 44100 Ferrara) Ver. 11.0.2.

Licenza d'uso n. dsi 2955

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave)
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)
- Elemento tipo STIFFNESS (matrice di rigidità)

Il codice di calcolo adottato è ALGOR SUPERSAP prodotto dalla ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA.

Il programma SUPERSAP applica il metodo degli elementi finiti a strutture di forma qualunque, diversamente caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.

Si sottolinea che il solutore ALGOR SUPERSAP è stato sottoposto, con esito positivo e relativa certificazione, ai test NAFEMS (test di confronto della National Agency for Finite Element Methods and Standards in Inghilterra).

Inoltre, il solutore ALGOR SUPERSAP è soggetto ad attività di controllo ai sensi della QA (quality assurance), condizione essenziale per l'utilizzo dei codici di calcolo nell'ambito della progettazione nucleare ed off-shore.

La geometria è quella riportata nella fig. 1 e 2.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

5.2 GROUP

Il calcolo delle sollecitazioni sui pali viene condotto con il programma GROUP ver. 7.0.23 (prodotto da Ensoft Inc., Austin, Texas).

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

6. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nella fig. 1 e 2.

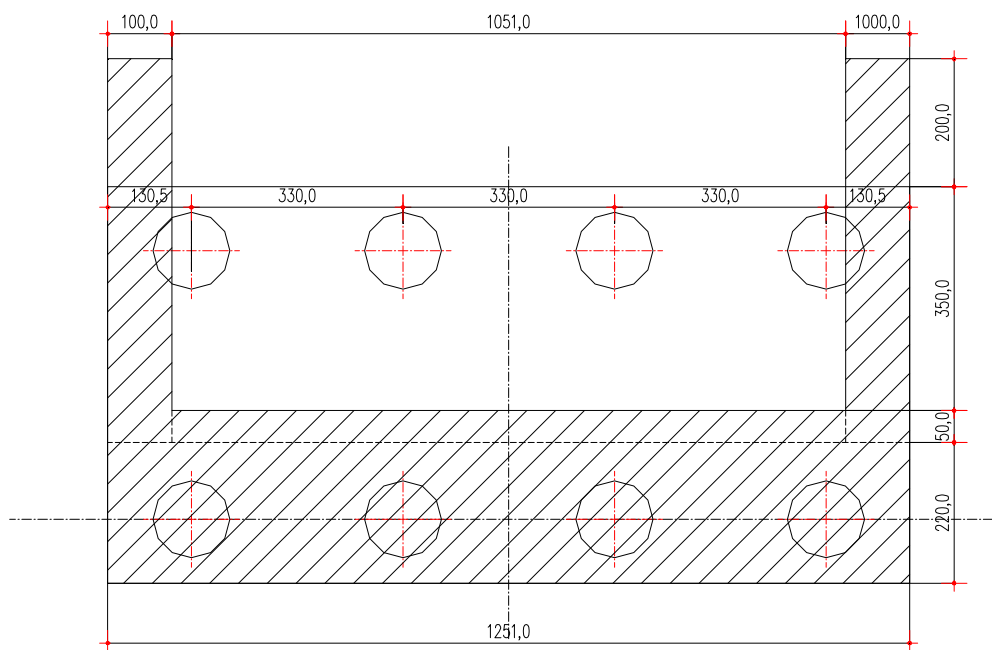


Fig. 1- Pianta

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

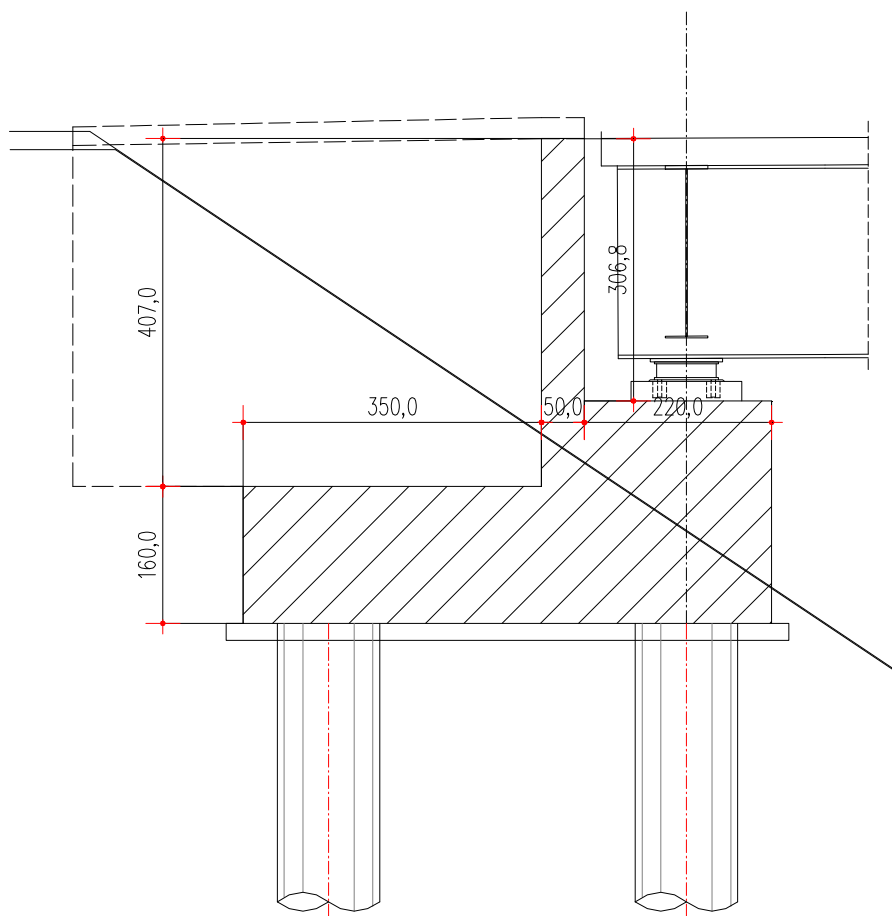


Fig. 2- Sezione longitudinale

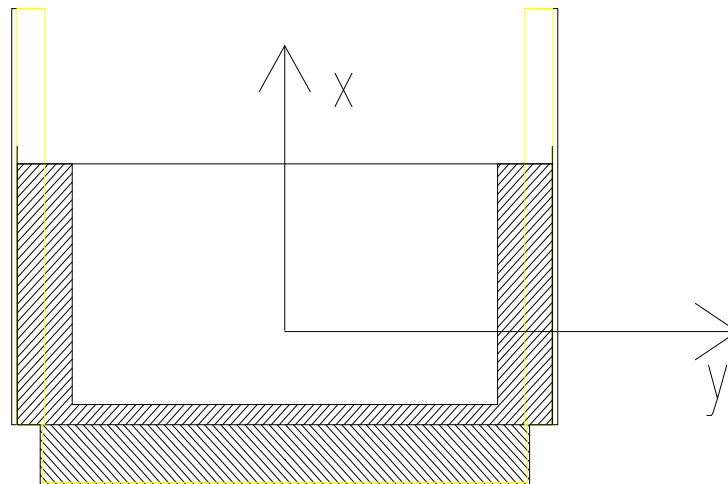
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7. CALCOLO DELLA STRUTTURA

Di seguito, vengono riportate le verifiche delle strutture costituenti la spalla in oggetto; esse sono state condotte utilizzando gli usuali metodi di verifica adottati per tali strutture, nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia.

CONVENZIONE SUI SEGNI

Il sistema di riferimento globale è costituito dagli assi x , y aventi origine nel baricentro della platea di fondazione e con l'asse x parallelo all'asse del ponte. In direzione longitudinale x , si considerano positive le azioni che hanno effetto stabilizzante nei confronti della spalla. Nel computo dei carichi e delle eccentricità si fa riferimento alla figura che segue.



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.1 DATI PER ANALISI SISMICA

La struttura a realizzarsi deve conservare sotto l'azione sismica il suo comportamento elastico, quindi senza innesco di sistemi dissipativi (cerniere plastiche stabili).

Le verifiche sismiche delle spalle da ponte, possono essere eseguite applicando l'azione sismica indipendentemente nelle due direzioni orizzontali, rispettivamente trasversale e longitudinale e combinandole successivamente tra di loro.

Gli effetti massimi generati dalle due componenti sismiche ai fini delle verifiche di resistenza allo SLU, possono essere ottenuti utilizzando come azione di progetto:

$$\gamma_1 \times E + G_k + P_k$$

Le combinazioni delle azioni dovute alle due componenti orizzontali sono ottenute utilizzando come azione di progetto, la combinazione più sfavorevole tra:

$$E_L = A_{EL} + 0.30 A_{ET}$$

$$E_T = A_{ET} + 0.30 A_{EL}$$

Per il calcolo delle forze d'inerzia agenti sulla spalla, vengono considerati i contributi di tutte le sue parti nonché del terreno imbarcato.

La forza statica equivalente che l'impalcato trasferisce alla spalla è data dall'espressione:

$$F = m \times S_e(T)$$

nella quale $S_e(T)$ è l'ordinata dello spettro di risposta elastico in accelerazione assoluta, in funzione del periodo proprio della struttura.

Il periodo "T" per il calcolo con l'analisi statica equivalente, è valutato mediante l'espressione:

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{m/k}$$

nella quale "k" è la rigidezza della struttura nella direzione considerata.

Rispettivamente il periodo fondamentale per le due direzioni valido per entrambe le spalle vale:

$$T_l = 1.71s$$

$$T_t = 1.71s$$

$$T_v = 0.1s$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

I simboli utilizzati nelle formule parametriche di calcolo, per la definizione delle azioni sismiche nei paragrafi successivi, sono di seguito elencati:

γ = peso specifico del terreno

ϕ = angolo di attrito del terreno

γ_{cls} = peso specifico calcestruzzo

a_g = accelerazione di picco a suolo

S =fattore profilo stratigrafico del terreno

γ_I = fattore d'importanza

k = coefficiente di spinta

p_{tf} = pressione terreno alla base del fusto

p_{tp} = pressione terreno alla base del paraghiaia

p_{tr} = pressione terreno alla base del muro di risvolto

h_{tot} = altezza totale (fondazione+fusto+paraghiaia)

h_{fust} = altezza fusto spalla

h_p = altezza del paraghiaia

h_i = altezza totale fusto più paraghiaia

h_r = altezza risvolti (parte inferiore sotto risega o altezza fino imposta orecchia)

h_{rs} = altezza risvolti (parte superiore)

h_o = altezza orecchia

A_{r1} =area risvolto + orecchia (lato a maggiore y)

A_{r2} =area risvolto + orecchia (lato a minore y)

h_b = altezza baggioli

h_f = altezza fondazione

h_{ter} = altezza terreno imbarcato

s_f = spessore fusto

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

s_p = spessore paraghiaia

s_r = spessore risvolti

s_o = spessore orecchia

L_f = lunghezza fusto

L_p = lunghezza paraghiaia

L_r = lunghezza risvolto

L_o = lunghezza orecchia

A_{fond} =area fondazione

A_{ter} =area terreno imbarcato

$P_{imp.}$ = peso impalcato

$F_{cor.}$ = forza correttiva

T_{ls} = azione sismica dovuta all'impalcato in direzione longitudinale

T_{ts} = azione sismica dovuta all'impalcato in direzione trasversale

T_{vs} = azione sismica dovuta all'impalcato in direzione verticale

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.2 ELENCO DATI

7.2.1 Dati relativi alle travi

numero travi	n=	3
lunghezza travi (m)	Lt=	44.80
peso struttura in acciaio (kN/m ²)	Pt=	3.00
interasse travi (m)	it=	3.00
altezza travi (m)	ht=	2.25
interasse giunti (m)	ig=	45.10
interasse appoggi (m)	ia=	44.00
Lunghezza di afferenza alla spalla per carichi permanenti distribuiti uniformemente e per spinta del vento sull'impalcato	Laff=	15.00
numero traversi	nt=	0.00
peso di un traverso di campata (kN)	Ptc=	0.00
peso di un traverso di testata (kN)	Ptt=	0.00

Dati relativi alla soletta e alla pavimentazione

lunghezza impalcato (m)	Li=	45.00
larghezza pavimentazione (m)	Lp=	10.50
spessore pavimentazione (m)	spav=	0.10

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

peso pavimentazione (kN/m ²)	$\gamma_p =$	3.00
larghezza soletta (m)	$L_s =$	12.50
larghezza carreggiata (m)	$L_{car} =$	10.50
spessore medio soletta (m)	$ss =$	0.32
spessore minimo soletta in corrispondenza marciapiede (m)	$ss_{min} =$	0.32
spessore pav. + eventuale pendenza trsv. -per az. vento-(m)	$p_v =$	0.33
larghezza cordolo n°1 -a maggior y- (m)	$lc_1 =$	1.00
larghezza cordolo n°2 -a minor y - (m)	$lc_2 =$	1.00
altezza max cordoli (m)	$hc_{max} =$	0.15
altezza media cordoli (m)	$hc =$	0.15

Dati relativi alle finiture

peso barriere (kN/m)	$p_{bar} =$	6.00
rete di protezione (kN/m)	$p_{ret} =$	0.00
elemento di bordo (kN/m)	$p_{bor} =$	0.00

Dati relativi ai carichi mobili

numero di colonne di carico	$n_c =$	3.00
larghezza colonne di carico (m)	$L_{colon} =$	3.00
larghezza marciapiede 1 q1F (m)	$lm_1 =$	1.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

larghezza marciapiede 2 q1F (m)	lm2=	1.00
Azione di frenatura (kN)	fcalc=	0.00
Azione di frenatura imposta (kN)	fr,imp=	0.00

Dati relativi alle azioni sismiche

categoria del suolo - A B C D E -	C
accelerazione orizzontale massima	0.205
azione da impalcato agente su spalla per sisma longitudinale (kN)	2500.00
azione da impalcato agente su spalla per sisma trasversale (kN)	500.00
azione da impalcato agente su spalla per sisma verticale (kN)	700.00
quota baricentro impalcato rispetto intradosso travi (m)	2.227

Dati relativi agli appoggi ed alla curvatura impalcato

spessore apparecchi di appoggio (m)	sapp=	0.25
posizione asse appoggi rispetto a filo valle spalla (m)	das=	1.00
eccentricità (distanza asse impalcato-asse appoggi travi)	dia=	0.00
raggio di curvatura -zero se rettilineo- (m)	Rcurv=	500.00
azione d'attrito sugli appoggi in % sui carichi permanenti	a%=	3.00
Azione orizzontale imposta sugli appoggi (kN)	Himp=	-930.00

Dati relativi ai baggioli

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

altezza baggioli (m)	hb=	0.23
larghezza baggioli (m)	lb=	1.15
profondità baggioli (m)	pb=	1.15
posizione asse baggioli rispetto filo di valle spalla (m)	ib=	1.00

Dati relativi alla spalla

altezza fusto spalla (m)	hf=	1.00
spessore fusto spalla (m)	sf=	2.70
lunghezza fusto spalla (m)	lf=	12.51
eccentricità trasversale fusto rispetto alla platea (m)	efp=	0.00
altezza paraghiaia (m)	hp=	3.10
spessore paraghiaia (m)	sp=	0.50
distanza asse paraghiaia da filo anteriore fusto (m)	dpf=	2.45
lunghezza risvolti (m)	lr=	3.50
spessore medio risvolti (m)	sr=	1.00
altezza orecchie (m)	ho=	4.000
lunghezza orecchie (m)	lo=	2.00
spessore orecchie (m)	so=	1.00
azione longitudinale aggiuntiva -tiranti- (kN)	Hlt=	0.00
azione trasversale aggiuntiva (kN)	Htt=	0.00
carico verticale aggiuntivo -tiranti- (kN)	Hvt=	0.00
quota di app.ne azione long. agg. da intradosso fond. (m)	hla=	0.00
quota di app.ne azione trasv. agg. da intradosso fond. (m)	hta=	0.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

distanza da filo di valle fusto del carico vert. agg. (m)	dfv=	0.00
eccentricità trasversale del carico vert. agg. (m)	etv=	0.00
azione - elemento correttivo- (kN)	Pcorr=	0.00
eccentricità long.nale elemento corr. rispetto a bar. platea (m)	elcorr=	0.00
eccentricità trasversale elemento correttivo (m)	etcorr=	0.00
quota applicazione elemento correttivo da intradosso fond. (m)	hcorr=	0.00

Dati relativi alla platea di fondazione

lunghezza platea di fondazione (m)	luf=	12.51
larghezza platea di fondazione -lungo asse stradale- (m)	laf=	6.20
sbalzo anteriore (m)	sa=	0.00
spessore platea (m)	spl=	1.60

Dati relativi al terreno

inclinazione muro rispetto all'orizzontale (°)	90.0
inclinazione terrapieno rispetto all'orizzontale (°)	0.0

peso specifico terreno (kN/m ²)	gterr=	19.00
angolo di attrito interno del terreno di monte (°)	□=	38.00
angolo di attrito interno del terreno di valle (°)	□ v=	38.00
altezza a filo anteriore fondazione del terreno di valle (m)	hv=	0.00
altezza a filo elevazione fusto del terreno di valle (m)	hef=	0.00
altezza a filo elevazione alle estremità della fondazione (m)	heef=	0.00
altezza a filo posteriore fondazione del terreno alle estremità (m)	hpf=	6.00
carico accidentale sul terrapieno ad impalcato carico (kN/m ²)	qic=	20.00
carico accidentale sul terrapieno ad impalcato scarico (kN/m ²)	qis=	40.00

Per quanto riguarda il carico accidentale utilizzato sul rilevato, ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali della spalla, è stato assunto in accordo alla cir. 617 par. 5.1.3.3.7.1. lo schema di carico 1, questo sovraccarico distribuito è stato opportunamente diffuso attraverso il rilevato con un'angolo di 30°.

PROGETTISTA

 PIACENTINI
INGEGNERI
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

A favore di sicurezza e per semplicità applicativa del carico così ripartito, si sono utilizzati i sovraccarichi distribuiti uniformi di cui alla precedente tabella.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.3 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

7.3.1 Carichi permanenti

Impalcato		
struttura in acciaio	$gt = Pt \cdot Li \cdot (Lp + lc1 + lc2) =$	1687.50
soletta (kN)	$gs = Ls \cdot ss \cdot Li \cdot 25 =$	4500.00
traversi di campata (kN)	$gtc = Ptc \cdot 2 =$	0.00
traversi di testata (kN)	$gtt = Ptt \cdot (nt - 2) =$	0.00
cordoli (kN)	$gc = (lc1 \cdot hc + lc2 \cdot hc) \cdot Li \cdot 25 =$	337.50
pavimentazione (kN)	$gpav = Li \cdot Lp \cdot gp =$	1417.50
Finiture		
Barriere (kN)	$gbar = pbar \cdot Li =$	270.00
Rete di protezione (kN)	$gret = pret \cdot Li =$	0.00
Elemento di bordo (kN)	$gbor = pbor \cdot Li =$	0.00
Carico totale (Ptot) (kN)	$Ptot = gt + gs + gtc + gtt + gc + gpav + gbar + gret + gbor =$	9000.00
Carico permanente trasmesso dall'impalcato (kN)	$Rper = (Ptot / Li) \cdot Laff =$	3000.000
agente con eccentricità trasversale (m)	$et = ((lc1 \cdot hc \cdot 25) \cdot (Ls / 2 - lc1 / 2) - (lc2 \cdot hc \cdot 25) \cdot (Ls / 2 - lc2 / 2)) \cdot (Laff) / Rper =$	0.00

Considerando la lunghezza di afferenza dell'impalcato alla spalla, i carichi trasmessi alla sotto struttura sono di seguito riportati:

$L_{aff} = 15.00m$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Carico permanente trasmesso dall'impalcato $R_{per} = 3000.00 \text{ kN}$

agente con eccentricità trasversale $e_t = 0.00$

Azione orizzontale aggiuntiva (imposta) sugli appoggi $H_{agg} = -930.00 \text{ kN}$

Agente ad h da intradosso fondazione $h = 3.10 \text{ m}$

7.3.2 Azione elastica dovuta allo scorrimento dei dispositivi di appoggio

I dispositivi di appoggio in elastomero armato, previsti per il ponte, trasmettono agli elementi di sostegno un'azione orizzontale proporzionale alla loro rigidezza ed allo scorrimento massimo dovuto a deformazioni lente corrispondente alla dilatazione termica dell'impalcato e all'effetto ritiro e fluage (trasformato in un'azione equivalente generata dal AT).

L'accorciamento dovuto a escursioni termiche tra due punti A e B dell'impalcato è dato da

$$\Delta L_{T,(AB)} = L_{AB} \cdot \alpha \cdot \Delta t,$$

dove:

L_{AB} = lunghezza dell'impalcato tra i due punti A e B;

$$\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1};$$

$$\Delta t = 25 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Di seguito considerando i valori delle rigidezze orizzontali in condizioni di esercizio dei dispositivi previsti in corrispondenza delle spalle, precedentemente definite, e la lunghezza dell'impalcato interessato da una variazione termica di 25° afferenti rispettivamente alla pila (L_{AB}) e alle spalle (L_{AC} / L_{AD}), vengono calcolate le azioni orizzontali conseguenti alle suddette deformazioni termiche.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

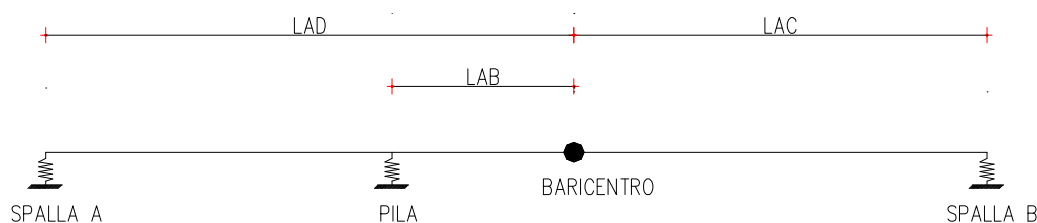


Figura 1- figura esemplificativa della posizione baricentro rigidzze dei dispositivi

$$L_{AB} = 77.00 \text{ m}$$

$$S = \Delta L_T = [25 \cdot 10^{-5}] \cdot 77.00 = 23.10 \text{ mm}$$

L'azione elastica risulta pertanto:

$$H_{el,spalla} = k_{d,spalla(esercizio)} \cdot n_t \cdot s \cdot \eta_{el} = 4.32 \cdot 3 \cdot 23.10 \cdot 1.0 = 930.01 \text{ kN}$$

dove:

$k_{d,spalla(esercizio)}$ indica il valore della rigidezza orizzontale dei dispositivi previsti in corrispondenza delle spalle in condizione di esercizio

n_t indica il numero delle travi dell'impalcato e quindi il numero di dispositivi di appoggio interessati dallo scorrimento per deformazione lenta

s indica lo scorrimento del dispositivo di appoggio dovuto alla deformazione termica dell'impalcato

η_{el} indica il coefficiente elastico a taglio dei dispositivi.

Azione orizzontale imposta sugli appoggi (kN)	Himp=	-930.00
Azione d'attrito (kN)	Hatt-calc=	-930.00
agente ad h da intradosso fondazione (m)	hfa=	3.10

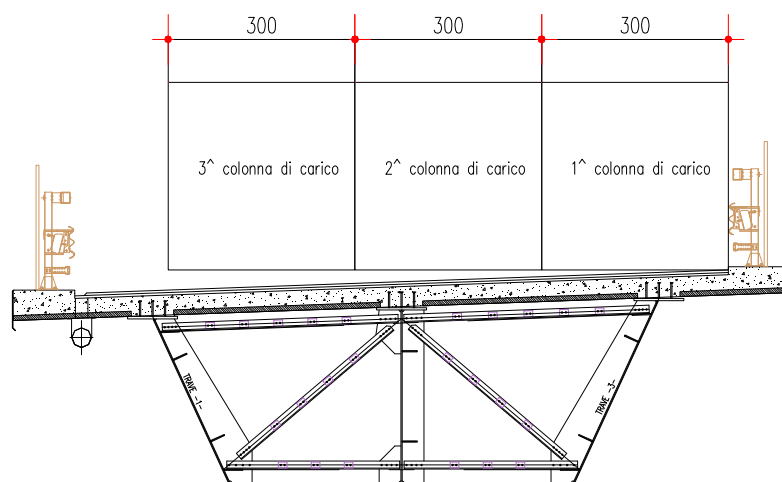
7.3.3 Carichi accidentali

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo n°1.

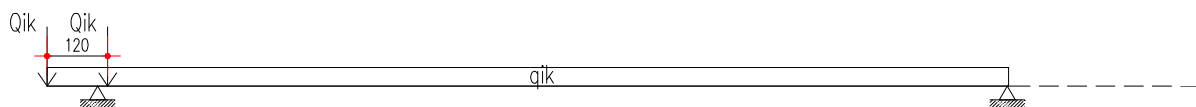
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

La disposizione dei carichi sull'impalcato, partendo dal cordolo di destra guardando verso la spalla, è la seguente:



I carichi delle tre colonne di carico sono dislocati sull'impalcato, secondo lo schema seguente, schema che massimizza gli scarichi sulla spalla.



A favore di sicurezza, si considera comunque uno schema di appoggio – appoggio (non viene utilizzata la reale lunghezza d'influenza).

Le reazioni sulla spalla dovute ad ogni singola colonna di carico, compresa la folla sui marciapiedi, e la reazione totale sono le seguenti:

Scarico su app. colonna di carico n°1 (vicina al cordolo di destra)	R,1=	1206.14
Scarico su appoggio colonna di carico n°2 (kN)	R,2=	567.84
Scarico su appoggio colonna di carico n°3 (kN)	R,3=	368.30
Scarico su appoggio colonna di carico n°4 (kN)	R,4=	0.00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Scario su appoggio folla cordolo n°1 (kN)	R,1e=	21 6.00
Scario su appoggio folla cordolo n°2 (kN)	R,2e=	14 4.00
Reazione totale (kN)	Rtot=	2502.27
Reazione accidentali in condizioni dinamiche	Racc=Rtot*φ	2502.27
Eccentricità carico R1 (m)	e,1=	3.750
Eccentricità carico R2 (m)	e,2=	0.750
Eccentricità carico R3 (m)	e,3=	-2.250
Eccentricità carico R4 (m)	e,4=	
Eccentricità carico R1e (m)	e,1e=	5.750
Eccentricità carico R2e (m)	e,2e=	-5.750
Eccentricità globale (m)	e,tot=	1.812

Nelle condizioni di carico per gli stati limite di fessurazione per strutture di luce di calcolo maggiore di 10 m (e minore di 100 m) si sono considerati i seguenti valori del coefficiente ψ :

coefficiente Psi1	$\psi,1=$	0.750
coefficiente Psi2	$\psi,2=$	0.000

Azione di frenamento

Azione frenatura di calcolo (kN)	fr=	-481.50
Azione di frenatura imposta (kN)	fr,imp=	-390.00
Azione di frenatura (kN)	fcalc=	-390.00
agente ad h da intradosso fondazione (m)	hfr=	3.10

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

L'impalcato trasmette questa azione alla spalla tramite gli appoggi. Tale azione genera uno squilibrio verticale così definito:

Azione squilibrio verticale dovuto alla frenatura (kN)	$H_{psqu} =$	-390.00
Quota di azione rispetto agli appoggi (m)	$h_{sf} = h_t + S_{smin} + p_v =$	2.90
Carico verticale aggiuntivo dovuto alla frenatura (kN)	$V_{psqui} =$	25.70

Azione centrifuga

$$Q_{cf} = 48.00 \text{ KN}$$

Agente a 7.00m da intradosso fondazione

Azione del vento

Si considera la lunghezza di afferenza alla spalla dei carichi dovuti all'impalcato.

Zona	$Z =$	2
altitudine sul livello del mare a_s (m)	$a_s =$	50
velocità di riferimento v_b (m/s)	$v_b =$	25.000
velocità di riferimento $v_b(100)$ (m/s)	$v_b(100) =$	25.981
categoria di esposizione	$cat =$	3
altezza costruzione (m)	$h_z =$	13
coefficiente di esposizione c_{ev}	$c_{ev} =$	2.311
pressione cinetica di riferimento q_b (kN/m ²)	$q_b =$	0.422

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

pressione del vento p (kN/m ²)	$p=$	0.975
pressione globale (sopravento e sottovento) w (kN/m ²)	$w=$	1.17
Superficie impalcato investita a ponte carico (m ²)	$S_{,c}=(ht+ssmin+pv+3)*Li/2=$	132.75
Superficie impalcato investita a ponte scarico (m ²)	$S_{,s}=(ht+ssmin+hcmax+1)*Li/2=$	87.75
Spinta relativa a ponte carico (kN)	$H_{vc}=w*S_{,c}=$	155.32
Spinta relativa a ponte scarico (kN)	$H_{vs}=w*S_{,s}=$	102.67
Altezza di applicazione della spinta a ponte carico da intradosso fond.	$h_{,vc}=sapp+hb+hf+spl+(ht+ssmin+pv+3)/2=$	6.05
Altezza di applicazione della spinta a ponte scarico da intradosso fond.	$h_{,vs}=sapp+hb+hf+spl+(ht+ssmin+hcmax+1)/2=$	4.96

7.3.4 Azione sismica

Le azioni che l'impalcato trasferiscono alla spalla dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi stessi ed in particolare dal valore della loro rigidezza orizzontale. Il calcolo di tali azioni è riportato per esteso nella Relazione impalcato ed è svolta attraverso il metodo dell'analisi statica equivalente. Si riportano di seguito i risultati principali di tali calcolazioni.

Azioni orizzontali trasmesse alla spalla in condizione sismica:

Azioni sismiche trasmesse da impalcato:

- in senso longitudinale $F_{sl}=2500.00$ kN

PROGETTISTA

 **PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

agente a m 5.330 sopra intradosso fondazione.

- in senso trasversale $F_{st} = 500.00 \text{ kN}$

agente a m5.330 sopra intradosso fondazione.

Azione sismica verticale $F_{sv} = 700.00 \text{ kN}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.4 AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA

7.4.1 Peso proprio

Peso proprio	N (kN)	ex (m)	MI(kNm)	ey (m)	Mt(kNm)
terreno alle testate	0.000	1.033	0.000	0.00	0.00
paraghiaia	484.763	-0.649	-314.611	0.000	0.000
fusto spalla	844.425	-1.749	-1476.899	0.000	0.000
baggioli	31.688	-2.099	-66.512	0.000	0.000
fondazione	3102.480	0.000	0.000	0.000	0.000
risvolti	743.750	1.351	1004.806	0.00	0.00
orecchie	400.000	4.101	1640.400	0.000	0.00
terreno a monte	2934.604	1.351	3963.183	0.000	0.00
terreno a valle	0.000	-3.100	0.00	0.000	0.00
elemento correttivo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTALE	8541.709		4750.367		0.000
carico verticale aggiuntivo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

azione longitudinale aggiuntiva $H_I = 0.000$ kN

agente da itradosso fondazione a $h_I = 0.000$ m

azione trasversale aggiuntiva $H_t = 0.000$ kN

agente da itradosso fondazione a $h_t = 0.000$ m

carico verticale aggiuntivo $H_v = 0.000$ kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

eccentricità trasversale del carico verticale aggiuntivo $e_y = 0.000$ m

7.4.2 Spinta delle terre

Spinta del terreno di monte

Si prevede un riempimento con terreno di buona qualità, con strati drenanti a ridosso della spalla.

Si assumono quindi i seguenti parametri geotecnici:

- peso di volume $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$

- angolo d'attrito $\phi = 38.00$

Il coefficiente di spinta a riposo risulta

$$K_r = 1 - \sin \phi = 0.384$$

Altezza totale della spalla:

$$H_{\text{tot}} = 1.60 + 1.00 + 3.10 + 0.10 = 5.800 \text{ m}$$

Il diagramma delle pressioni è triangolare con valore massimo alla base:

pressione massima $p_1 = 42.317 \text{ kN/m}$

Spinta totale $S_1 = -1535.218 \text{ kN}$

agente a quota $h_1 = 1.933$ m da intradosso fondazione.

7.4.2.1 Spinta relativa del sovraccarico sul terrapieno

Si considerano due condizioni di carico sul terrapieno:

sovraccarico concomitante con impalcato scarico = 40.00 kN/m^2

sovraccarico concomitante con impalcato carico = 20.00 kN/m^2

Il diagramma delle pressioni, considerando la spinta riposo, è rettangolare:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

pressione concomitante con impalcato carico $p_{2a} = 7.680 \text{ kN/m}^2$

pressione concomitante con impalcato scarico $p_{2b} = 15.360 \text{ kN/m}^2$

Spinta concomitante con impalcato carico $S_{2a} = \mathbf{-557.245 \text{ kN}}$

Spinta concomitante con impalcato scarico $S_{2b} = \mathbf{-1114.491 \text{ kN}}$

agenti ad $h_2 = 4.058 \text{ m}$ da intradosso fondazione.

Per quanto concerne gli accidentali adottati per il calcolo delle sollecitazioni che interessano gli elementi strutturali, si fa riferimento al carico ripartito dato dallo schema di carico 1.

Come azioni variabili da traffico gravante sul rilevato si assume lo schema di carico 1. Lo schema 1 prevede:

- ✓ il carico $Q_{1,k}$ costituito da un mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300 kN ognuno (carico tandem) posti ad un interasse di 1.20m lungo il senso di marcia e caratterizzati da una larghezza di 2.40m (comprese le dimensioni delle impronte)
- ✓ il carico ripartito $q_{1,k}$ da 9 kN/m^2

Tale carico viene posizionato in adiacenza all'elemento in esame e considerato ripartito sia in direzione longitudinale che trasversale.

Le larghezze su cui si considera agente il carico sono:

in direzione longitudinale alla strada:

Detta L_{dl} la *larghezza di diffusione del carico lonitudinale* dal piano stradale alla quota di calcolo, assumendo che detta diffusione avvenga con angolo di diffusione di 30° attraverso il rilevato stradale

in direzione trasversale alla strada:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Detta L_{dt} la *larghezza di diffusione del carico trasversale* dal piano stradale alla quota del piano medio della soletta superiore, assumendo che detta diffusione avvenga con angolo di diffusione di 30° attraverso il rilevato stradale

Il valore di L_{dt} viene poi limitato in base alle seguenti circostanze:

- ✓ presenza della seconda colonna di carico: il carico della 1° colonna, in corrispondenza dell'adiacenza alla 2° colonna, può essere diffuso al massimo fino a 0.30m all'esterno dell'impronta del carico;
- ✓ posizionando il carico in adiacenza al cordolo;

La pressione dovuta al Q_{1k} risulta pertanto:

$$Q_{1k,dis} = 600 / (L_{dl} * L_{dt})$$

$$q_{1k,dis} = 9 \text{ kN/m}^2$$

7.4.3 Spinta relativa al terreno di valle

Prudenzialmente non si tiene conto del contributo alla stabilità offerto dalla spinta del terreno di valle.

7.4.4 Azione del vento

superficie fianco spalla investita dal vento (m2)		23.885
spinta relativa (kN)	Hs=	55.198

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

agente a quota hs da intradosso fondazione (m)	h,s=	3.725
--	------	-------

7.4.5 Azione sismica

Elenco dei dati utilizzati nelle formule parametriche per il calcolo delle azioni sismiche:

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

$$\varphi = 38.0^\circ$$

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$a_g = 0.205 \text{ m/s}^2$$

$$S = 1.40$$

$$\gamma_t = 1$$

$$k = 0.238$$

$$h_{tot} = 5.7 \text{ m}$$

$$h_{fust} = 1.00 \text{ m}$$

$$h_p = 3.1 \text{ m}$$

$$h_r = 4.10 \text{ m}$$

$$h_{rs} = 0.00 \text{ m}$$

$$h_b = 0.25 \text{ m}$$

$$h_f = 1.60 \text{ m}$$

$$h_{ter} = 4.1 \text{ m}$$

$$s_f = 2.70 \text{ m}$$

$$s_p = 0.50 \text{ m}$$

$$s_r = 1.00 \text{ m}$$

$$s_o = 1.00 \text{ m}$$

$$L_f = 12.51 \text{ m}$$

$$L_p = 12.51 \text{ m}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$L_r = 3.50 \text{ m}$$

$$L_o = 2.00 \text{ m}$$

$$A_{\text{fond}} = 77.56 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{ter}} = 36.80 \text{ m}^2$$

$$A_{r1} = 9.32 \text{ m}^2$$

$$A_{r2} = 0.00 \text{ m}^2$$

7.4.5.1 Azioni inerziali

L'inerzia del complesso spalla e terreno imbarcato si articola con i seguenti contributi elementari:

Paraghiaia $(\gamma_{\text{cls}} \times h_p \times s_p \times L_p \times a_g / g \times S \times \gamma_I) = 139.59 \text{ kN}$

applicata a quota $h = 4.150 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Fusto $(\gamma_{\text{cls}} \times h_f \times s_f \times L_f \times a_g / g \times S \times \gamma_I) = 243.16 \text{ kN}$

applicata a quota $h = 2.10 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Muri di risvolto ($h = 2.05 \text{ m}$) $(\gamma_{\text{cls}} \times h_r \times s_r \times L_r \times a_g / g \times S \times \gamma_I) \times 2 = 206.61 \text{ kN}$

Applicata a quota $h = 3.65 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Muri di risvolto (part. Sup.) $[(\gamma_{\text{cls}} \times A_{r1} \times s_r) + (\gamma_{\text{cls}} \times A_{r2} \times s_r)] \times a_g / g \times S \times \gamma_I = 67.09 \text{ kN}$

applicata a quota $h = 5.96 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Fondazione $(\gamma_{\text{cls}} \times A_{\text{fond}} \times h_f) \times a_g / g \times S \times \gamma_I = 893.36 \text{ kN}$

applicata a quota $h = 0.80 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Terreno imbarcato $(\gamma \times A_{\text{ter}} \times h_{\text{ter}}) \times a_g / g \times S \times \gamma_I = 825.50 \text{ kN}$

Applicata a quota $h = 3.65 \text{ m}$ da intradosso fondazione

Impalcato $T_{\text{is}} = m \times S_e(T_i) = 2500.00 \text{ kN}$

$$T_{\text{ts}} = m \times S_e(T_t) = 500.00 \text{ kN}$$

PROGETTISTA

 **PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

applicata a quota $h=2.85\text{m}$ da intradosso fondazione

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.4.5.2 Spinta terre

Le spinte delle terre, sono calcolate in regime di spinta a spinta attiva; per il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni, la spinta totale di progetto E_d può essere calcolato come:

$$E_d = 0.5 \cdot (1 + k_v) \cdot K \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

dove il coefficiente di spinta del terreno è calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Il punto di applicazione della spinta è posto ad $h_{tot} / 3$, mentre quello di applicazione della sovraspinta dinamica ad $h_{tot} / 2$, con "h_{tot}" altezza del paramento su cui agisce la spinta delle terre.

La spinta delle terre vale:

$$S_i = 1/2 \times \gamma \times h_{tot}^2 \times k \times L_f = 918.98 \text{ kN}$$

applicato a quota $h = 1.90\text{m}$ da intradosso fondazione

L'incremento sismico delle spinte dovute al terreno risulta:

$$\Delta P_d = 1/2 \times S \times (1 + k_v) \times (K - k_a) \times \gamma \times h_{tot}^2 \times \gamma_1 \times L_f = 989.457 \text{ kN}$$

applicato a quota $h = 2.85\text{m}$ da intradosso fondazione

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.5 FONDAZIONE

7.5.1 Palificata di fondazione

Il calcolo della fondazione su pali per le verifiche geotecniche viene condotto con il programma GROUP ver. 7.0.23 (prodotto da Ensoft Inc., Austin, Texas).

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sul singolo palo di fondazione con cui svolgere le verifiche strutturali e geotecniche vengono calcolate a partire dai massimi valori delle terne di sollecitazioni agenti all'intradosso della palificata di fondazione.

Il calcolo viene svolto per mezzo del programma di calcolo agli elementi finiti GROUP ver. 7.0.23 (prodotto da Ensoft Inc., Austin, Texas) e consiste in calcolo tridimensionale di interazione tra plinto di fondazione, pali e terreno. Tale programma consente infatti di analizzare il comportamento di un gruppo di pali sottoposto a sollecitazioni assiali, di taglio e momento.

In particolare, si è implementato un modello di calcolo F.E.M. tridimensionale assumendo un vincolo del tipo a incastro in testa pali. Il calcolo della palificata viene condotto ipotizzando che il plinto di fondazione sia infinitamente rigido. Si è utilizzata la funzione di generazione automatica delle curve di risposta non lineare del terreno carico – cedimento (curve t-z) per condizioni di carico assiale, torsione – rotazione ($M-\theta$) per condizioni di carico torsionali, e carico orizzontale–spostamento orizzontale (curve p-y) per carichi orizzontali.


Per quanto riguarda le curve carico–cedimento relative a condizioni di carico assiale, il programma genera internamente, in base alla natura del terreno, le curve di trasferimento del carico assiale in funzione dello spostamento verticale del palo; tali curve sono implementate sulla base di dati ricavati da numerosi studi effettuati su pali strumentati, realizzati in terreni di diversa natura.

Nel comportamento della palificata sotto carichi orizzontali il programma tiene conto dell'effetto di gruppo mediante la teoria di Reese & Van Impe (2001). Attraverso tale metodo è possibile valutare l'efficienza di ogni singolo palo in funzione della posizione

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

degli altri pali costituenti la palificata e della direzione del carico applicato, secondo le relazioni di seguito riportate.

- Interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila

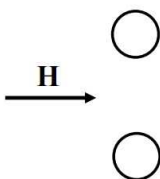


$$e_A = 0.70 \left(\frac{s}{D} \right)^{0.26} \quad \frac{s}{D} \leq 4$$

$$e_B = 0.48 \left(\frac{s}{D} \right)^{0.38} \quad \frac{s}{D} \leq 7$$

Se $s/D > (4 \text{ o } 7)$ allora $e = 1$

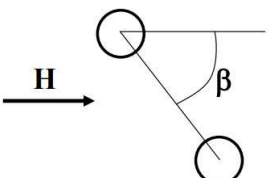
- Interazione tra pali affiancati, caricati in direzione ortogonale alla fila



$$e = 0.64 \left(\frac{s}{D} \right)^{0.34} \quad \frac{s}{D} \leq 3.75$$

Se $s/D > 3.75$ allora $e = 1$

- Interazione "obliqua" tra pali, combinando gli effetti precedenti

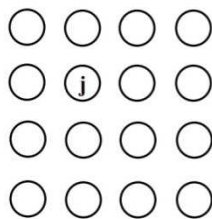


$$e = \sqrt{e_{lin}^2 \cdot \cos^2 \beta + e_{aff}^2 \cdot \sin^2 \beta}$$

Per un gruppo di m pali vale pertanto

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



gruppo di m pali

$$e_j = \prod_{i=1}^m e_{ij}$$

Per quanto riguarda il momento flettente e l'azione di taglio sui pali, si considereranno quelli ottenuti dal calcolo tridimensionale di interazione plinto di fondazione-pali-terreno, in quanto risultato più gravoso.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.5.2 Geometria della palificata/fondazione

diámetro pali	$\phi =$	1.20 m
numero totale pali =		8
numero pali attivi longitudinalmente =		8
numero pali attivi trasversalmente =		8

Nella tabella seguente sono riportate le dimensioni della fondazione e le rispettive caratteristiche meccaniche della sezione rispetto agli assi baricentrici della platea (asse x ed asse y) e i moduli di resistenza relativi agli assi principali d'inerzia della palificata (asse 1 ed asse 2) individuati dalle coordinate del baricentro della palificata $x_0 = 0.000$ m, $y_0 = 0.000$ m, e dall'angolo $\alpha = 0.000$ deg tra l'asse x e l'asse 1.

n°palo	x (m)	y (m)	x0 (m)	y0 (m)	W,t (m)	W,l (m)	W,1 (m)	W,2 (m)
1	-2.10	4.950	-2.100	4.950	-22.000	16.800	-22.000	16.800
2	-2.10	1.650	-2.100	1.650	-66.000	16.800	-66.000	16.800
3	-2.10	-1.650	-2.100	-1.650	66.000	16.800	66.000	16.800
4	-2.10	-4.950	-2.100	-4.950	22.000	16.800	22.000	16.800
5	2.10	4.950	2.100	4.950	-22.000	-16.800	-22.000	-16.800
6	2.10	1.650	2.100	1.650	-66.000	-16.800	-66.000	-16.800
7	2.10	-1.650	2.100	-1.650	66.000	-16.800	66.000	-16.800
8	2.10	-4.950	2.100	-4.950	22.000	-16.800	22.000	-16.800

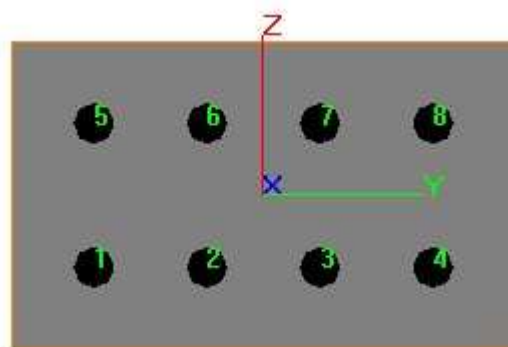
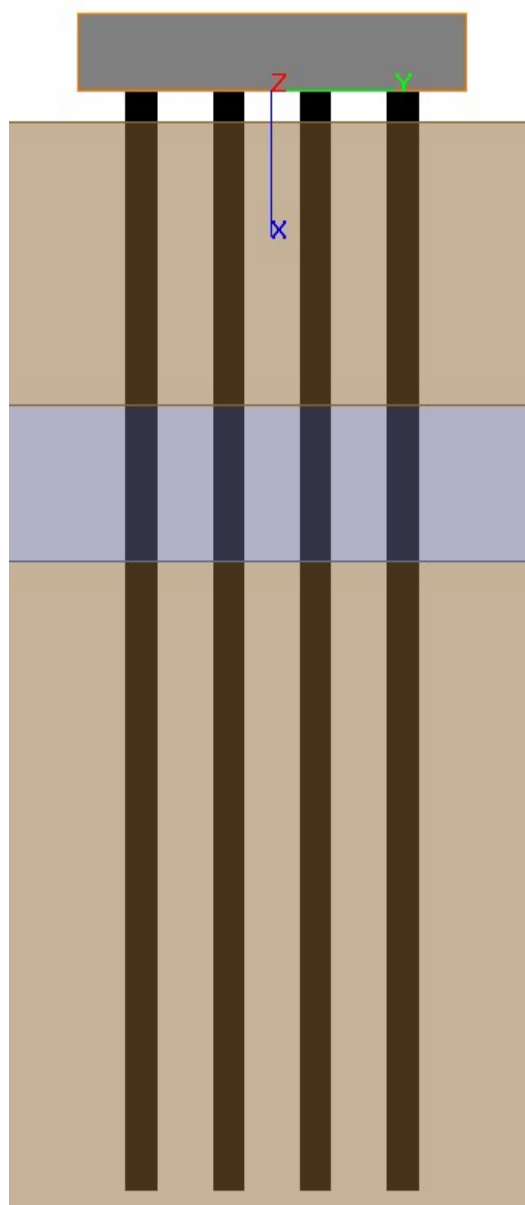
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.5.3 Modellazione con group

La spalla è fondata su n. 8 pali trivellati di diametro $D=1200$ mm, disposti su due file parallele costituite da quattro pali ciascuna, spaziati di 3.3 m in senso trasversale e 4.2 m in senso longitudinale.

Nel sistema di riferimento adottato la quota "0" coincide con la testa pali, l'asse x è l'asse verticale, l'asse y coincide con la direzione trasversale e l'asse z con quella longitudinale.



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

La modellazione tridimensionale è stata eseguito trascurando il contributo del primo metro di terreno e considerando le seguenti stratigrafie del terreno:

Da	a	Formazione	Cu	Φ'
(m)	(m)	(-)	(kPa)	(°)
0 (*)	-10	Stiff Clay	230	-
-10	-15	Sand	-	38
-15	-50	Stiff Clay	230	-

7.5.4 Carichi elementari

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche di sollecitazione relative alla palificata (valori caratteristici), riferite agli assi baricentrici della platea.

Elenco dei carichi elementari.

- A) = Peso proprio della spalla e spinta delle terre
- B) = Peso proprio dell'impalcato
- C) = Carico accidentale sull'impalcato
- D) = Carico accidentale sul rilevato contemporaneo
all'accidentale sull'impalcato
- E) = Carico accidentale sul rilevato in assenza
di accidentale sull'impalcato
- F) = Azione di frenatura
- G) = Azione centrifuga
- H) = Azione del vento a ponte carico
- I) = Azione del vento a ponte scarico
- L) = Azioni sismiche longitudinali
- M) = Azioni sismiche trasversali

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

N) = Azioni sismiche verticali

O) = Squilibrio verticale frenatura

carico	P (kN)	Mt (kN)	MI (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
A (peso proprio della spalla e spinta delle terre)	8541.709	0.000	1782.279	0.000	-1535.218
B (peso proprio dell'impalcato)	3000.000	0.000	-9180	0.000	-930.000
C (carico accidentale impalcato)	2502.273	4534.227	-5252.270	0.000	0.000
D (carico acc. sul rilev contemp. all'acc. Sull'imp.)	0.000	0.000	-1616.011	0.000	-557.245
E (carico acc. sul rilev in ass. di acc. sull'imp.)	0.000	0.000	-3232.024	0.000	-1114.491
F (azione di frenamento)	0.000	0.000	-1209.000	0.000	-390.000
G (azione centrifuga)	0.000	336.000	0.000	48.000	0.000
H (azione del vento a ponte carico)	0.000	1145.299	0.000	210.518	0.000
I (azione del vento a ponte scarico)	0.000	714.856	0.000	157.868	0.000
L (squilibrio verticale frenatura)	25.700	0.000	-53.944	0.000	0.000
M (azioni sismiche longitudinali)	11681.100	1100.685	-19214.876	862.595	-7713.875
N (azioni sismiche trasversali)	11681.100	3668.951	-10682.644	2875.317	-3608.534
O (azioni sismiche verticali)	13583.147	1100.685	-11426.706	862.595	-3608.534

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.5.5 Combinazioni di carico

Carichi costituenti le varie combinazioni

g = carichi permanenti

q1 = carichi mobili

q2 = effetto dinamico dei carichi mobili

q3 = azione di frenamento

q4 = azione centrifuga

q5 = azione del vento

q7 = azioni da attrito

Combinazioni di carico considerate

Stati limite ultimi

		PERMANENTI+ PORTATI:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI DIVERSI:	ATTRITO
		a=g	b=g	c=q1	d=q1	e=q3	f=q4	g=q5	i=q1	i=q7
gruppo 1	SLU.1	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.350	1.350	0.000	0.000	0.900	1.125	(1.00)1.35
	SLU.2	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	0.000	0.000	0.900	1.500	(1.00)1.35
gruppo 2a	SLU.3	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	1.350	0.000	0.900	1.125	(1.00)1.35
gruppo 2b	SLU.4	(1.00)1.35	(1.00)1.35	1.013	1.013	0.000	1.350	0.900	1.125	(1.00)1.35

Per ogni tipologia di combinazioni (SLU, SLE), a loro volta sono state splittate in ulteriori sottogruppi, in modo da raccogliere tutte le possibili casistiche di combinazioni, questi sottogruppi sono a loro volta numerati con ordine "I, II, III, IV".

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

	PERMANENTI +PORTATI + RESISTENZE PASSIVE:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	VARIAZIONI TERMICHE:
	a	b	c	d	e	f	g	l
I	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
II	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
III	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
IV	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0

Stati limite di fessurazione

		PERMANENTI+ PORTATI:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI DIVERSI:	ATTRITO
		a=g	b=g	c=q1	d=q1	e=q3	f=q4	g=q5	i=q1	i=q7
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1,000
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	1,000
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1,000
SLE	RAR-gr1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.600	0.000	1,000
SLE	RAR-gr2a	1.000	1.000	0.750	0.750	1.000	0.000	0.600	0.000	1,000
SLE	RAR-gr2b	1.000	1.000	0.750	0.750	0.000	1.000	0.600	0.000	1,000

Stati limite ultimi in condizione sismica

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Gli effetti massimi generati dalle due componenti sismiche, si ottengono utilizzando come azione di progetto:

$$\gamma_1 E + G_K$$

Gli effetti massimi generati dalle tre componenti traslazionali, possono essere ottenuti utilizzando come azione di progetto la combinazione più sfavorevole tra:

$$E_L = A_{EL} + 0.30 A_{ET} + 0.30 A_{EV}$$

$$E_T = A_{ET} + 0.30 A_{EL} + 0.30 A_{EV}$$

	PERMANENTI+ PORTATI:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENATURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI DIVERSI:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	ATTRITO
	a=g	b=g	c=q1	d=q1	e=q3	f=q4	g=q5	i=q1	i=q6	i=q7
sisma	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000

7.5.6 Sollecitazioni sulla fondazione

7.5.6.1 Carichi permanenti e condizione provvisoria

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	Ml (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
Prov.	8541.709	0.000	0.000	-1449.745	-1449.745	0.000	-2649.709
C.Perm. (A+)	11541.709	0.000	0.000	-4514.721	-4514.721	0.000	-1535.218

7.5.6.2 Stati limite di esercizio (RAR)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	MI (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
RAR-gr1- I (V+, A+)	11541.709	714.856	714.856	-7397.721	-7397.721	157.868	-2465.218
RAR-gr1- IIa (V+, A+)	14043.982	5221.406	5221.406	-14266.002	-14266.002	126.3108	-3022.463
RAR-gr1- IIb (V+, A+)	14043.982	5221.406	5221.406	-12649.991	-12649.991	126.3108	-2465.218
RAR-gr1- IIc (V+, A+)	11541.709	428.914	428.914	-10629.745	-10629.745	94.7208	-3579.709
RAR-gr2a- IIIa (V+, A+,F+)	13444.114	4087.850	4087.850	-13811.876	-13811.876	126.3108	-3273.152
RAR-gr2a- IIIa (V+, A+,F-)	13392.714	4087.850	4087.850	-11285.987	-11285.987	126.3108	-2493.152
RAR-gr2a- IIIb (V+, A+,F+)	13418.414	4087.850	4087.850	-12545.924	-12545.924	126.3108	-2855.218
RAR-gr2a- IIIb (V+, A+,F-)	13418.414	4087.850	4087.850	-10127.924	-10127.924	126.3108	-2075.218
RAR-gr2a- IIIc (V+, A+,F+)	11541.709	428.914	428.914	-11030.739	-11030.739	94.721	-3691.086
RAR-gr2a- IIIc (V+, A+,F-)	11541.709	428.914	428.914	-8612.739	-8612.739	94.721	-2911.086
RAR-gr2b- IVa (V+, A+,C)	13418.414	4423.850	4423.850	-12548.932	-12548.932	174.311	-2883.152
RAR-gr2b- IVb (V+, A+,C)	13418.414	4423.850	4423.850	-11336.924	-11336.924	174.311	-2465.218

7.5.6.3 Stati limite di fessurazione

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	MI (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
FR1a _(A+)	13418.41	3400.67	3400.67	-11336.92	-11336.92	0.00	-2465.22
FR2b _(A+,F+)	13437.69	3400.67	3400.67	-12284.13	-12284.13	0.00	-2757.72
QP _(A+)	11541.71	0.00	0.00	-7397.72	-7397.72	0.00	-2465.22

7.5.6.4 Stati limite ultimi (STRU)

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	MI (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
SLU.1-gr1-I _(V+, A+) =g+q5*0.9	11541.71	643.37	643.37	-7397.72	-7397.72	142.08	-2465.22
SLU.1-gr1-I _(V+, A+) =g*1.35+q5*0.9	15581.31	643.37	643.37	-9986.92	-9986.92	142.08	-3328.04
SLU.1-gr1-IIa _(V+, A+) =g+q1+q2*1.35+0.9*q5	14919.78	7151.98	7151.98	-16669.90	-16669.90	189.47	-3217.50

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

SLU.1-gr1-IIa _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5$	18959.38	7151.98	7151.98	-19259.10	-19259.10	189.47	-4080.33
SLU.1-gr1-IIb _(V+, A+) $=g+q1+q2*1.35+0.9*q5$	14919.78	7151.98	7151.98	-14488.29	-14488.29	189.47	-2465.22
SLU.1-gr1-IIb _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5$	18959.38	7151.98	7151.98	-17077.49	-17077.49	189.47	-3328.04
SLU.1-gr1-IIc _(V+, A+) $=g+q1+q2*1.35+0.9*q5$	11541.71	643.37	643.37	-11760.95	-11760.95	142.08	-3969.78
SLU.1-gr1-IIc _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5$	15581.31	643.37	643.37	-14350.16	-14350.16	142.08	-4832.61
SLU.2-gr1-IIa _(V+, A+) $=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5$	14075.26	5621.67	5621.67	-14351.86	-14351.86	189.47	-3029.43
SLU.2-gr1-IIa _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5$	18114.86	5621.67	5621.67	-16941.06	-16941.06	189.47	-3892.25
SLU.2-gr1-IIb _(V+, A+) $=g+q1+q2*1.35-q3*1.013+0.9*q5$	14075.26	7151.98	7151.98	-12715.64	-12715.64	189.47	-2465.22
SLU.2-gr1-IIb _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.013-q3*1.013+0.9*q5$	17102.36	5621.67	5621.67	-15304.85	-15304.85	189.47	-3328.04
SLU.2-gr1-IIc _(V+, A+) $=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5$	11541.71	643.37	643.37	-10670.15	-10670.15	142.08	-3593.64
SLU.2-gr1-IIc _(V+, A+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5$	15581.31	643.37	643.37	-13259.35	-13259.35	189.47	-4456.47
SLU.3-gr2a-IIIa _(V+, A+, F-) $=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5$	14040.57	5621.67	5621.67	-12792.53	-12792.53	189.47	-2502.93
SLU.3-gr2a-IIIa _(V+, A+, F-) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5$	18080.16	5621.67	5621.67	-15381.73	-15381.73	189.47	-3365.75
SLU.3-gr2a-IIIa _(V+, A+, F+) $=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5$	11541.71	5621.67	5621.67	-16056.83	-16056.83	189.47	-3029.43
SLU.3-gr2a-IIIa _(V+, A+, F+) $=g*1.35+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5$	18149.55	5621.67	5621.67	-18646.03	-18646.03	189.47	-3892.26

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

35+0,9*q5							
SLU.3-gr2a-IIIb(V+, A+, F+)=g+q1+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	14109.96	5621.67	5621.67	-14420.62	-14420.62	189.47	-2991.72
SLU.3-gr2a-IIIb(V+, A+, F+)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	18149.55	5621.67	5621.67	-17009.82	-17009.82	189.47	-3854.54
SLU.3-gr2a-IIIb(V+, A+, F-)=g+q1+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	14109.96	5621.67	5621.67	-11156.32	-11156.32	189.47	-1938.72
SLU.3-gr2a-IIIb(V+, A+, F-)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	18149.55	5621.67	5621.67	-13745.52	-13745.52	189.47	-2801.54
SLU.3-gr2a-IIIc(V+, A+, F+)=g+q1+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	11576.40 4	643.37	643.37	-12375.12	-12375.12	142.081	-4120.14
SLU.3-gr2a-IIIc(V+, A+, F+)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	15616.00 2	643.37	643.37	- 14964.32 2	-14964.32	142.081	-4982.966
SLU.3-gr2a-IIIc(V+, A+, F-)=g+q1+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	11576.40 4	643.37	643.37	-9110.82	-9110.82	142.081	-3067.14
SLU.3-gr2a-IIIc(V+, A+, F-)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,35+0,9*q5	15616.00 2	643.37	643.37	- 11700.02 2	-11700.02	142.081	-3929.966
SLU.4-gr2b-IVa(V+, A+,C)=g+q1+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	14075.26	6075.27	6075.27	-14351.86	-14351.86	254.27	-3029.43
SLU.4-gr2b-IVa(V+, A+, C)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	18114.86	6075.27	6075.27	-16941.06	-16941.06	254.27	-3892.26
SLU.4-gr2b-IVb(V+, A+, C)=g+q1+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	14075.26	6075.27	6075.27	-12715.64	-12715.64	254.27	-2465.22
SLU.4-gr2b-IVb(V+, A+, C)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	18114.86	6075.27	6075.27	-15304.85	-15304.85	254.27	-3328.04
SLU.4-gr2b-IVc(V+, A+, C)=g+q1+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	11541.70 9	1096.97	1096.97	- 10670.14 5	-10670.15	206.881	-3593.64
SLU.4-gr2b-IVc(V+, A+, C)=g*1,35+q1*1,35+q2*1,013+q3*1,013+q4*1,35+0,9*q5	15581.30 7	1096.97	1096.97	- 13259.34 8	-13259.35	206.881	-4456.466

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Provv.=g+q2*1,35	8541.71	0.00	0.00	-2580.95	-2580.95	0.00	-3039.78
Provv.=g*1,35+q2*1,35	11531.31	0.00	0.00	-1957.16	-1957.16	0.00	-3577.11

7.5.6.5 Stati limite ultimi (GEO)

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	MI (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
SLU.1-GEO-gr1-I (V+, A+)=g+q5*0,69	11541.709	493.251	493.251	-7397.721	-7397.721	108.929	-2465.218
SLU.1-GEO-gr1-IIa(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	14419.323	6004.617	6004.617	- 15296.24 4	- 15296.24 4	145.2574 2	-3106.050
SLU.1-GEO-gr1-IIb(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	14419.323	6004.617	6004.617	- 13437.83 2	- 13437.83 2	145.2574 2	-2465.218
SLU.1-GEO-gr1-IIc(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	11541.709	493.251	493.251	- 11114.54 9	- 11114.54 9	108.9289 2	-3746.883
SLU.2-GEO-gr1-IIa(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	14419.323	6703.250	6703.250	- 15296.24 4	- 15296.24 4	145.2574 2	- 3106.049 8
SLU.2-GEO-gr1-IIb(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	14419.323	6004.617	6004.617	- 13437.83 2	- 13437.83 2	145.2574 2	-2465.218

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

SLU.2-GEO-gr1-Ilc(V+, A+)=g+q1+q2*1,15+0,69*q5	11541.709	790.256	790.256	- 11114.54 9	- 11114.54 9	145.2574 2	- 3746.882 7
SLU.3-GEO-gr2a-IIIa(V+, A+, F-)=g+q1+q2*1,15- q3*0.862+0,69*q5	14397.156	6004.617	6004.617	- 14300.00 9	- 14300.00 9	145.2574 2	- 2769.674 8
SLU.3-GEO-gr2a-IIIa(V+, A+, F+)=g+q1+q2*1,15+q3*0.862+0,69 *q5	14441.489	6004.617	6004.617	- 16385.53 36	- 16385.53 4	145.2574 2	- 3442.424 8
SLU.3-GEO-gr2a-IIIb(V+, A+, F+)=g+q1+q2*0.862+q3*1,15+0,69 *q5	13699.919	4701.027	4701.027	- 13318.15 4	- 13318.15 4	145.257	-2913.718
SLU.3-GEO-gr2a-IIIb(V+, A+, F-)=g+q1+q2*0.862- q3*1,15+0,69*q5	13699.919	4701.027	4701.027	- 10537.45 4	- 10537.45 4	145.257	-2016.718
SLU.3-GEO-gr2a-IIIc(V+, A+, F+)=g+q1+q2*0.862+q3*1,15+0,69 *q5	11571.264	493.251	493.251	- 11637.72 8	- 11637.72 8	108.929	-3874.966
SLU.3-GEO-gr2a-IIIc(V+, A+, F-)=g+q1+q2*0.862- q3*1,15+0,69*q5	11571.264	493.251	493.251	-8857.028	-8857.028	108.929	-2977.966
SLU.4-GEO-gr2b-IVa(V+, A+,C)=g+q1+q2*0.862+q4*1,15+0,6 9*q5	13699.919	5087.427 1	5087.427	- 13321.61 34	- 13321.61 3	200.4574 2	- 2945.841 8
SLU.4-GEO-gr2b-IVb(V+, A+, C)=g+q1+q2*0.862+q4*1,15+0,69* q5	13699.919	5087.427	5087.427	- 11927.80 4	- 11927.80 4	200.457	-2465.218
SLU.4-GEO-gr2b-IVc(V+, A+, C)=g+q1+q2*0.862+q4*1,15+0,69* q5	11541.709	879.651	879.651	- 10185.34 2	- 10185.34 2	164.129	-3426.466
Provv.-GEO=g+q2*1,15	8541.709	0	0.000	- 1934.548 6	-1934.549	- 2816.882 7	-1610.805

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

C.Perm.-GEO=g	11541.709	0	0.000	-7397.721	-7397.721	0	-2465.218
---------------	-----------	---	-------	-----------	-----------	---	-----------

Combinazione	N (kN)	Mt (kN)	M1 (kN)	MI (kNm)	M2 (kNm)	Ht (kN)	HI (kN)
RAR-GEO-gr1- I (V+, A+)	11541.709	714.856	714.856	-7397.721	-7397.721	157.868	-2465.218
RAR-GEO-gr1- IIa (V+, A+)	14043.982	5221.406	5221.406	-14266.002	-14266.002	126.310 8	-3022.463
RAR-GEO-gr1-IIb (V+, A+)	14043.982	5221.406	5221.406	-12649.991	-12649.991	126.310 8	-2465.218
RAR-GEO-gr1- IIc (V+, A+)	11541.709	428.914	428.914	-10629.745	-10629.745	94.7208	-3579.709
RAR-GEO-gr2a- IIIa (V+, A+,F+)	13444.114	4087.850	4087.850	-13811.876	-13811.876	126.310 8	- 3273.151 75
RAR-GEO-gr2a- IIIa (V+, A+,F-)	13392.714	4087.850	4087.850	-11285.987	-11285.987	126.310 8	- 2493.151 75
RAR-GEO-gr2a-IIIb (V+, A+,F+)	13418.414	4087.850	4087.850	-12545.924	-12545.924	126.310 8	-2855.218
RAR-GEO-gr2a-IIIb (V+, A+,F-)	13418.414	4087.850	4087.850	-10127.924	-10127.924	126.310 8	-2075.218
RAR-GEO-gr2a- IIIc (V+, A+,F+)	11541.709	428.914	428.914	-11030.739	-11030.739	94.721	-3691.086
RAR-GEO-gr2a- IIIc (V+, A+,F-)	11541.709	428.914	428.914	-8612.739	-8612.739	94.721	-2911.086
RAR-GEO-gr2b- IVa (V+, A+,C)	13418.414	4423.850	4423.850	-12548.932	-12548.932	174.311	-2883.152
RAR-GEO-gr2b- IVb (V+, A+,C)	13418.414	4423.850	4423.850	-11336.924	-11336.924	174.311	-2465.218
Prov.-GEO	8541.709	0.000	0.000	-1449.745	-1449.745	0.000	-2649.709
C.Perm. (A+)-GEO	11541.709	0.000	0.000	-4514.721	-4514.721	0.000	-1535.218

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.5.6.6 Condizione sismica

7.5.6.6.1 Sollecitazioni nel baricentro fondazione per sisma longitudinale

Le azioni riportate nella tabella seguente sono dovute alla inerzia del complesso spalla, nonché alle spinte delle terre in condizioni statiche e dinamiche. Le azioni della tabella seguente derivano dai singoli contributi presi con la loro eccentricità rispetto al baricentro della fondazione.

	M_l (kNm)	M_t (kNm)	N (kN)	H_l (kN)	H_t (kN)
Spinta terre	1746.07	0.0	0.0	918.98	0.0
Incremento dinamico spin.	2819.95	0.00	0.0	989.46	0.00
Inerzia risvolti+orecchie	1154.01	346.20	991.56	273.70	82.11
Inerzia fusto+paraghiaia	1089.94	326.98	1386.60	382.75	114.83
Inerzia terreno imbarcato	0.00	0.00	2990.54	825.50	247.65
Azioni da impalcato	7125.00	427.50	3210.00	2500.00	150.00
Inerzia fondazione	0.00	0.00	3102.40	893.36	268.009

Le sollecitazioni risultanti applicate nel baricentro della fondazione, sono le seguenti:

	M_l (kNm)	M_t (kNm)	N (kN)	H_l (kN)	H_t (kN)
Risultanti	19214.88	1100.685	11681.1	7713.88	862.595

7.5.6.6.2 Sollecitazioni nel baricentro fondazione per sisma trasversale

Le azioni riportate nella tabella seguente sono dovute alla inerzia del complesso spalla, nonché alle spinte delle terre in condizioni statiche e dinamiche. Le azioni riportate nella tabella seguente derivano dai singoli contributi presi con la loro eccentricità rispetto al baricentro della fondazione.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

	M _i (kNm)	M _t (kNm)	N (kN)	H _i (kN)	H _t (kN)
Spinta terre	1746.07	0.0	0.0	918.98	0.0
Incremento dinamico spin.	845.99	0.00	0.0	296.84	0.00
Inerzia risvolti+orecchie	346.20	1154.01	991.56	82.11	273.70
Inerzia fusto+paraghiaia	326.98	1089.94	1386.60	114.83	382.75
Inerzia terreno imbarcato	0.00	0.00	2990.54	247.65	825.50
Azioni da impalcato	2137.50	1425.00	3210.00	750.00	500.00
Inerzia fondazione	0.00	0.00	3102.40	268.01	893.36

Le sollecitazioni risultanti applicate nel baricentro della fondazione, sono le seguenti:

	M _i (kNm)	M _t (kNm)	N (kN)	H _i (kN)	H _t (kN)
Risultanti	10682.64	3668.95	11681.10	3608.53	2875.32

7.5.6.6.3 Sollecitazioni nel baricentro fondazione per sisma verticale

Le azioni riportate nella tabella seguente sono dovute alla inerzia del complesso spalla, nonché alle spinte delle terre in condizioni statiche e dinamiche. Le azioni riportate nella tabella seguente derivano dai singoli contributi presi con la loro eccentricità rispetto al baricentro della fondazione.

	M _i (kNm)	M _t (kNm)	N (kN)	H _i (kN)	H _t (kN)
Spinta terre	1746.07	0.0	0.0	918.98	0.0
Incremento dinamico spin.	845.99	0.00	0.0	296.84	0.00
Inerzia risvolti+orecchie	346.20	346.20	1087.35	82.11	82.11
Inerzia fusto+paraghiaia	326.98	326.98	1520.56	114.83	114.83
Inerzia terreno imbarcato	0.00	0.00	3279.47	247.65	247.65
Azioni da impalcato	2137.50	427.50	3700.00	750.00	150.00
Inerzia fondazione	0.00	0.00	3102.40	268.01	268.01

Le sollecitazioni risultanti applicate nel baricentro della fondazione, sono le seguenti:

	M _i (kNm)	M _t (kNm)	N (kN)	H _i (kN)	H _t (kN)
Risultanti	11426.71	1100.685	13583.1	3608.53	862.595

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6 SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Nel presente paragrafo, vengono calcolate le sollecitazioni dei vari elementi strutturali componenti il complesso spalla.

7.6.1 Platea di fondazione

Per quanto riguarda le sollecitazioni che interessano la fondazione in direzione trasversale, si può assumere che i muri di risvolto, incastrati sulla stessa, trasmettano una tenso-flessione.

Data la geometria della fondazione, in direzione longitudinale, le sollecitazioni sono dovute all'incastro della stessa con il fusto.

E' evidente che questo schema di funzionamento è ampiamente cautelativo, tenendo presente che la fondazione è una lastra e che quindi il suo comportamento è spaziale.

Data la coincidenza degli assi appoggi impalcato e la prima fila di pali, la struttura di fondazione ha un comportamento prettamente a struttura tozza, pertanto saranno eseguite verifiche a punzonamento per la fila di pali posteriori.

Data la posizione della prima fila di pali rispetto al fusto non sono significative verifiche.

Si prevederà tuttavia nel basamento una conveniente armatura.

Direzione trasversale

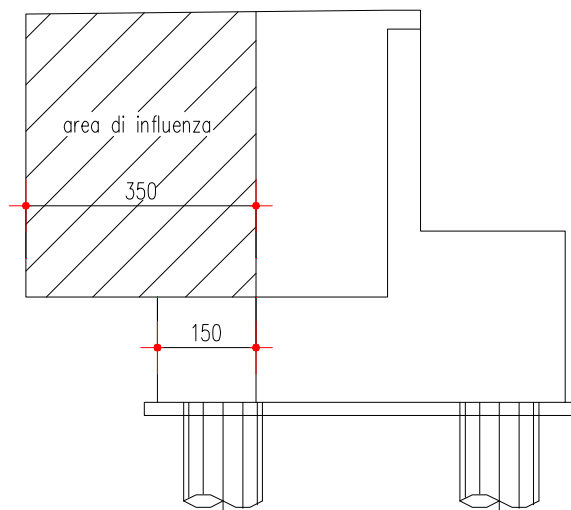
Le sollecitazioni che interessano la fondazione sono, quelle trasmesse dai muri di risvolto, ipotizzando per questi un comportamento a mensola verticale incastrata alla base, come da schema seguente:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Le sollecitazioni inerenti la prima fascia di muro a filo orecchia (ipotizzando che le sollecitazioni derivanti dall'orecchia vengano assorbiti dalla prima fascia di muro di risvolto) sono:



Il calcolo è fatto con schemi statici semplici, ribaltando alla fondazione le sollecitazioni alla base dei risvolti, che quindi diventano le sollecitazioni della stessa all'attacco con i risvolti.

Larghezza di calcolo della sezione a flessione $b_m = 1.5m$

Sollecitazioni allo SLU: $M = 1732.285 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Sollecitazioni allo SLE:

$$N=+818.830 \text{ kN/m}$$

$$M_{RAR}=1283.174 \text{ kNm/m}$$

$$N_{RAR}=+606.541 \text{ kN/m}$$

$$M_{FR}=1046.976 \text{ kNm/m}$$

$$N_{FR}=+ 606.541 \text{ kN/m}$$

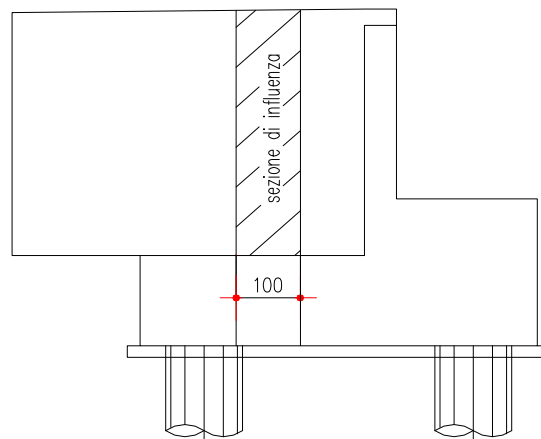
$$M_{QP}=338.382 \text{ kNm/m}$$

$$N_{QP}=+ 236.08 \text{ kN/m}$$

Sollecitazioni in condizione Sismica:

$$M=759.39 \text{ kNm/m}$$

$$N=+366.66 \text{ kN/m}$$



Le sollecitazioni che interessano la base del muro di risvolto per la restante parte (sezione corrente):

Larghezza di calcolo della sezione a flessione

$$b_m = 1,0 \text{ m}$$

Sollecitazioni allo SLU:

$$M= 494.939 \text{ kNm/m}$$

$$N=+233.951 \text{ kN/m}$$

Sollecitazioni allo SLE:

$$M_{RAR}=366.621 \text{ kNm/m}$$

$$N_{RAR}=+173.297 \text{ kN/m}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$M_{FR}=299.14 \text{ kNm/m}$$

$$N_{FR}=+146.84 \text{ kN/m}$$

$$M_{QP}=96.68 \text{ kNm/m}$$

$$N_{QP}=+67.45 \text{ kN/m}$$

Sollecitazioni in condizione Sismica:

$$M=269.36 \text{ kNm/m}$$

$$N=+122.46 \text{ kN/m}$$

Direzione longitudinale - zattera posteriore

Le sollecitazioni che interessano la zattera posteriore sono ricavate per differenza tra la sollecitazione alla base del fusto ed il momento dello sbalzo anteriore (nel caso in esame non è trascurabile), dovendo il nodo essere in equilibrio tra le sollecitazioni applicate allo stesso.

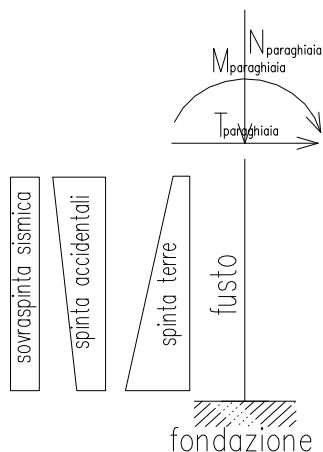
La condizione che genera le massime sollecitazioni sulla zattera posteriore, è dovuta alla condizione provvisoria, o meglio quella in cui l'impalcato non è ancora posato e la spalla risulta già rinterrata e quindi presente l'accidentale ripartito di norma.

Il momento che interessa la zattera posteriore, se di segno positivo tende le fibre di estradosso della fondazione, altrimenti quelle di intradosso.

Lo schema statico di calcolo adottato per il calcolo delle sollecitazioni alla base del fusto, e quindi la trasmissione delle stesse alla fondazione, è costituito da uno schema a mensola verticale incastrata nella fondazione.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Da semplici calcoli si ricavano le sollecitazioni agenti alla base del fusto, di seguito raggruppate per condizioni di carico:

SLU

$M_{fusto} =$	428.46	kNm/m
$M_{sbalz. Ant.} =$	-20.55	kNm/m
$M_{zat. post.} =$	407.91	kNm/m

SIS

$M_{fusto} =$	560.97	kNm/m
$M_{sbalz. Ant.} =$	-40.42	kNm/m
$M_{zat. post.} =$	520.55	kNm/m

RAR

$M_{fusto} =$	306.56	kNm/m
$M_{sbalz. Ant.} =$	-42.73	kNm/m
$M_{zat. post.} =$	263.83	kNm/m

FR

$M_{fusto} =$	325.94	kNm/m
---------------	--------	-------

PROGETTISTA

PIACENTINI
INGEGNERI
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$M_{\text{sbalz. Ant.}} =$	5.85	kNm/m
$M_{\text{zat. post.}} =$	331.79	kNm/m

QP

$M_{\text{fust}} =$	132.29	kNm/m
$M_{\text{sbalz. Ant.}} =$	-28.64	kNm/m
$M_{\text{zat. post.}} =$	103.64	kNm/m

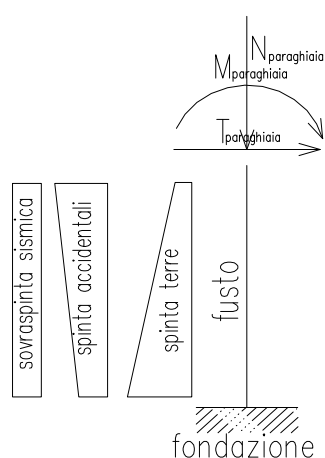
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.2 Fusto spalla

Data la geometria della spalla è plausibile il comportamento a mensola incastrata nella fondazione.

Il calcolo delle sollecitazioni viene istituito trascurando, a favore di sicurezza, il contributo fornito dalle spinte relative al terreno di valle.



Effetto dei carichi permanenti relativi all' elevazione

	N (kN/m)	e (kN/m)	MI (kN/m)	TI (kN/m)
paraghiaia	38.750	1.10	42.625	
fusto spalla	67.500	0.00	0.000	
baggioli	2.533	-0.35	-0.887	
totali=	108.783		41.738	

considerando gli incrementi dovuti ai carichi verticali aggiuntivi risulta:

$$N = 108.783 \text{ kN/m}$$

$$M = 41.738 \text{ kNm/m}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$T = 0.000 \text{ kN/m}$

Elenco dei carichi elementari

- A) = Peso della spalla + az. aggiuntive permanenti
- B) = Spinta terreno di monte
- C) = Azioni permanenti da impalcato
- C')= Azioni permanenti da impalcato senza attrito e az. agg.
- D) = Carico accidentale sull'impalcato
- E) = Azione di frenatura
- F) = Carico accidentale sul rilevato contemporaneo all'accidentale sull'impalcato
- G) = Carico accidentale sul rilevato in assenza di accidentale sull'impalcato
- H) = Azioni sismiche longitudinali
- I) = Azioni sismiche verticali
- L) = Squilibrio verticale frenatura

	P (kN/m)	MI (kN/m)	TI (kN/m)
A	108.783	41.738	0.000
B	0.000	-90.091	-64.351
C	239.808	-176.858	-74.341
C'	239.808	-83.933	0.000
D	200.022	-70.008	0.000
E	0.000	-46.763	-31.175
F	0.000	-67.738	-32.256
G	0.000	-258.204	-103.865
H	458.30	560.97	422.42

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

I	458.30	560.97	422.42
L	2.054	-0.719	0.000

7.6.2.1 Sollecitazioni nella sezione di base

STATI LIMITE DI ESERCIZIO, PROVVISORIA (RAR)

Condizione di carico	N (kN/m)	MI (kN/m)	TI (kN/m)
impalcato e rilevato carichi+frenatura (A+B+C+D+E+F+L)	550.667	-410.439	-202.123
rilevato sovraccarico in assenza di impalcato (A+B+G)	108.783	-306.557	-168.216

STATI LIMITE DI ESERCIZIO-FESSURAZIONE

Condizione di carico	N (kN/m)	MI (kN/m)	TI (kN/m)
Fessurazione FRa (A+B+C+(D+F)*ψ1)	498.607	-235.596	-88.543
Fessurazione FRb (A+B+C'+D*ψ1)	498.607	-184.792	-64.351
Fessurazione FRc (A+B+C'+G*ψ1)	348.591	-325.939	-142.250
Fessurazione QP (A+B+C'+(D+F)*ψ2)	348.591	-132.286	-64.351

STATI LIMITE ULTIMI (STR)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Condizione di carico		N (kN/m)	MI (kN/m)	TI (kN/m)
impalcato e rilevato carichi+frenatura (A+B+C+D+E+F+L)*1,35	Nmax	742.707	-538.067	-262.344
impalcato e rilevato carichi+frenatura (A+B*1,35+C*1,35+D*1,35+E*1,35+F*1,35 +L*1,35)	Mmax	704.633	-552.675	-262.344
impalcato e rilevato carichi+frenatura (A*1,35+B+C+D+E+F+L)	Tmax	588.741	-395.830	-202.123
rilevato sovraccarico in assenza di impalcato (A+B+G)*1,35	Nmax	146.857	-413.852	-227.091
rilevato sovraccarico in assenza di impalcato (A+B*1,35+G*1,35)	Mmax	108.783	-428.460	-227.091
rilevato sovraccarico in assenza di impalcato (A*1,35+B+G)	Tmax	146.857	-291.949	-168.216

CONDIZIONE SISMICA

Elenco dei dati, non precedentemente definiti, utilizzati nelle formule parametriche per il calcolo delle azioni sismiche:

$$h_t = 4.1\text{m}$$

$$h_{fust} = 1.00\text{m}$$

$$h_p = 3.1\text{m}$$

$$P_{imp.} = 3000.00\text{kN}$$

$$F_{cor.} = 0\text{kN}$$

Le sollecitazioni agenti alla base del fusto generate dai vari contributi, sono di seguito riportati:

·Inerzia (fusto+paraghiaia)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$M = ((\gamma_{cls} \times h_p \times s_p \times L_p \times a_g / g \times S \times \gamma_i) \times (h_p / 2 + h_{fust}) + (\gamma_{cls} \times h_{fust} \times s_f \times L_f \times a_g / g \times S \times \gamma_i) \times h_{fust} / 2) / (L_f - s_r \times 2) =$$

45.44 kNm/m

$$N = (\gamma_{cls} \times s_p \times h_p + \gamma_{cls} \times s_f \times h_{fust} + F_{cor.}) / L_f + P_{imp} / (L_f - s_r \times 2) =$$

391.69 kN/m

$$T = (\gamma_{cls} \times h_p \times s_p \times L_p \times a_g / g \times S \times \gamma_i + \gamma_{cls} \times h_{fust} \times s_f \times L_f \times a_g / g \times S \times \gamma_i) / (L_f - s_r \times 2) =$$

36.42 kN/m

· Spinta terre

$$p_{tf} = (\gamma \times h_t \times k_0) =$$

18.54 (kN/m²)/m

$$M = (\gamma \times h_t \times k_0 \times h_t^2) / 6 =$$

51.94 kNm/m

$$T = p_{tf} \times h_t / 2 =$$

38.01 kN/m

· Incremento spinta dovuto al sisma

$$M = (S \times a_g / g \times \gamma \times h_t^2 \times \gamma_i) \times h_t / 2 =$$

73.33 kNm/m

$$T = (S \times a_g / g \times \gamma \times h_t^2 \times \gamma_i) =$$

35.77 kN/m

· Azione dovuta all'impalcato

$$T_{Is} =$$

$$2500.00 \text{ kNm/m}$$

$$M = T_{Is} \times (h_{fust} + h_b) / (L_f - s_r \times 2) =$$

297.34 kNm/m

$$T = T_{Is} / (L_f - s_r \times 2) =$$

237.87 kN/m

	MI (kNm/m)	N (kN/m)	HI (kN/m)
Risultante	560.97	458.30	422.42

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

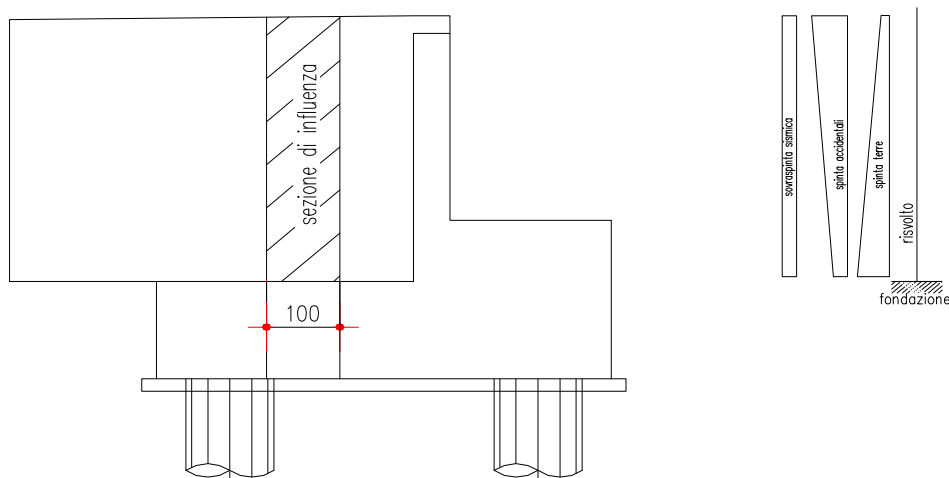
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3 Muri di risvolto

Per il calcolo delle sollecitazioni che interessano le fibre verticali, si considera il funzionamento a mensola verticale incastrata nella fondazione. Il muro oltre a ricevere le azioni trasmesse dal terreno presente sulla platea di fondazione, riceve anche le azioni trasmesse dalle orecchie. Cautelativamente si assume che tali azioni siano assorbite da una parte di muro avente larghezza $b=1.5\text{m}$.

Le sollecitazioni che interessano le fibre orizzontali, sono state valutate tramite il modello di calcolo "A" con modellazione FEM.

7.6.3.1 Calcolo nello schema di mensola verticale incastrata alla base (sezione corrente)



Con riferimento ad un sovraccarico sul rilevato dato dalla ripartizione dallo schema di carico 1 le pressioni e le sollecitazioni sono le seguenti:

Come azioni variabili da traffico gravante sul rilevato si assume lo schema di carico 1. Lo schema 1 prevede:

- ✓ il carico $Q_{1,k}$ costituito da un mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300 kN ognuno (carico tandem) posti ad un interasse di 1.20m lungo il senso di marcia e caratterizzati da una larghezza di 2.40m (comprese le dimensioni delle impronte)
- ✓ il carico ripartito $q_{1,k}$ da 9kN/m²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATO LIMITE ULTIMO

Lunghezza mensola=	4.30	m
Pressione alla base=	57.022	kN/m ²
Pressione alla sommità=	51.793	kN/m ²
Momento alla base=	494.939	kNm/m
Taglio alla base=	233.951	kN/m
Sforzo normale alla base=	107.500	kN/m

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

Lunghezza mensola=	4.30	m
Pressione alla base=	42.238	kN/m ²
Pressione alla sommità=	38.365	kN/m ²
Momento alla base=	366.621	kNm/m
Taglio alla base=	173.297	kN/m
Sforzo normale alla base=	107.500	kN/m

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (FR)

Pressione alla base=	39.52	kN/m ²
----------------------	-------	-------------------

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pressione alla sommità=	28.77	kN/m ²
Momento alla base=	299.14	kNm/m
Taglio alla base=	146.84	kN/m
Sforzo normale alla base=	107.50	kN/m

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (QP)

palla _{base} =	31.37	kN/m ²
p _{in sommità} =	0.00	kN/m ²
Momento alla base=	96.68	kNm/m
Taglio alla base=	67.45	kN/m
Sforzo normale alla base=	107.50	kN/m

CONDIZIONI SISMICHE

·Inerzia (risvolti)

$$M=(\gamma_{cls} \times l_r \times s_r \times a_g/g \times S \times \gamma_l) \times l_r/2= 144.09 \text{ kNm/m}$$

$$T=(\gamma_{cls} \times l_r \times s_r \times a_g/g \times S \times \gamma_l)= 48.69 \text{ kN/m}$$

·Spinta terre

$$p_{tr}=\gamma \times y_b \times k= 18.54 \text{ kN/m}^2$$

$$M= p_{tr} \times l_r^2/2= 51.94 \text{ kNm/m}$$

$$T= p_{tr} \times l_r 38.01 \text{ kN/m}$$

·Incremento spinta dovuto al sisma

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$M = (S \times a_g/g \times \gamma \times (h_r + h_o) \times \gamma_i) \times l_r^2 / 2 \quad 73.33 \text{ kNm/m}$$

$$T = (S \times a_g/g \times \gamma \times (h_r + h_o) \times \gamma_i) \times l_r = \quad 35.77 \text{ kN/m}$$

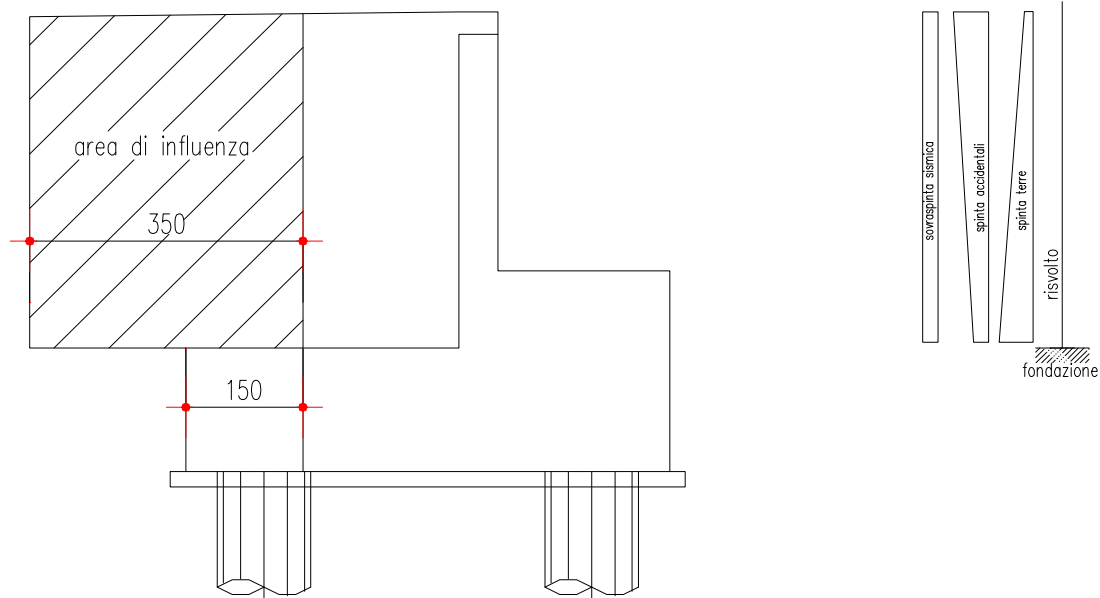
	M_{tot} (kNm/m)	T_{tot} (kN/m)
Risultante muro sotto sisma	269.36	122.46
Risultante muro sopra sisma	-8.56	8.49

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3.2 Calcolo nello schema di mensola verticale incastrata alla fondazione (sezione a filo orecchia)

Come già detto la sezione resistente su cui viene eseguita la verifica ha una larghezza $b=1.5m$.



Le sollecitazioni generate dalle azioni agenti sul risvolto sono:

STATO LIMITE ULTIMO

lunghezza orecchia=	2.00	m
Momento alla base=	1732.285	kNm/m
Taglio alla base=	818.830	kN/m
Sforzo normale alla base=	376.250	kN/m

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

lunghezza orecchia=	2.00	m
Momento alla base=	1283.174	kNm/m
Taglio alla base=	606.541	kN/m
Sforzo normale alla base=	376.250	kN/m

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (FR)

Momento alla base=	1046.976	kNm/m
Taglio=	606.541	kN/m
Sforzo normale alla base=	376.250	kN/m

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (QP)

Momento alla base=	338.382	kNm/m
Taglio=	236.08	kN/m
Sforzo normale alla base=	376.250	kN/m

CONDIZIONE SISMICA

M	N	T
(kNm/m)	(kN/m)	(kN/m)
759.39	358.75	366.66

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3.3 Calcolo nello schema di mensola orizzontale (risvolto-paraghiaia)

I risultati del calcolo effettuato con il modello "A" con modellazione FEM, vengono riportati in sintesi tramite mappe di colore, per esteso nell'allegato "CD".

Le sollecitazioni sono state calcolate per le seguenti combinazioni di carico:

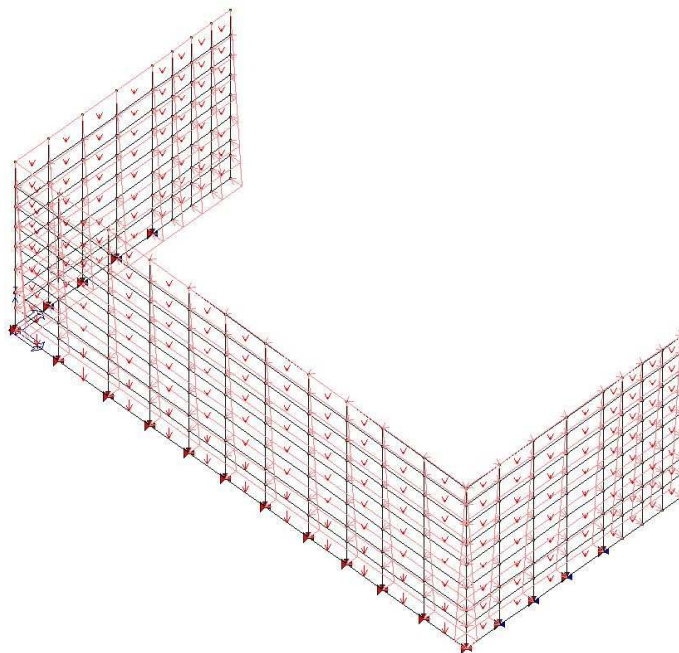
- Stato limite Ultimo;
- Stato limite di Esercizio;
- Condizione Sismica

I carichi applicati al modello di calcolo, sono rappresentati dalle azioni agenti sui muri di risvolto ed il complesso fusto/paraghiaia, per le varie combinazioni di carico che, di seguito sono riassunti:

dove

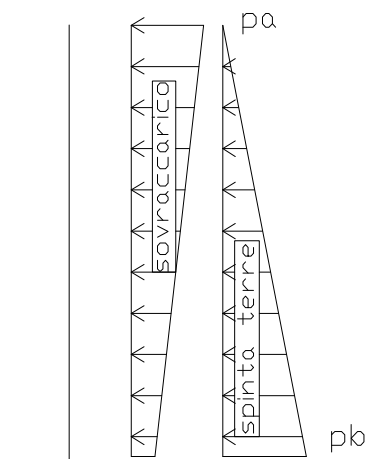
pa = pressione alla sommità

pb = pressione alla base



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

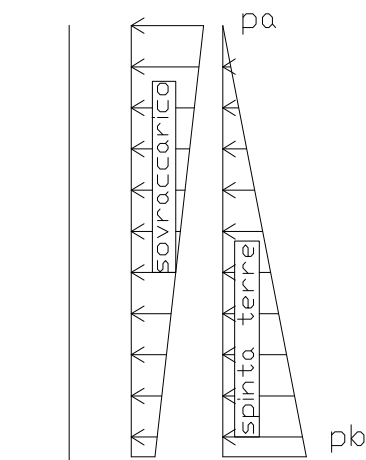
STATO LIMITE ULTIMO



$$P_{a-SLU} = 51.79 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{b-SLU} = 57.02 \text{ kN/m}^2$$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO



$$P_{a-RAR} = 38.37 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{b-RAR} = 42.24 \text{ kN/m}^2$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

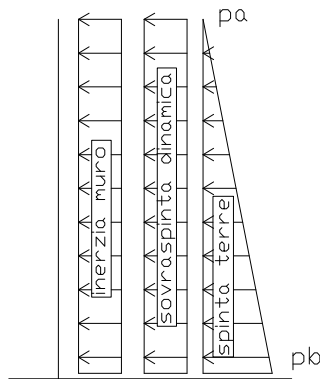
$$P_{a_FR} = 28.77 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{b_FR} = 39.52 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a_QP} = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{b_QP} = 31.37 \text{ kN/m}^2$$

CONDIZIONE SISMICA



$$P_{a_SIS} = 11.32 \text{ kN/m}^2$$

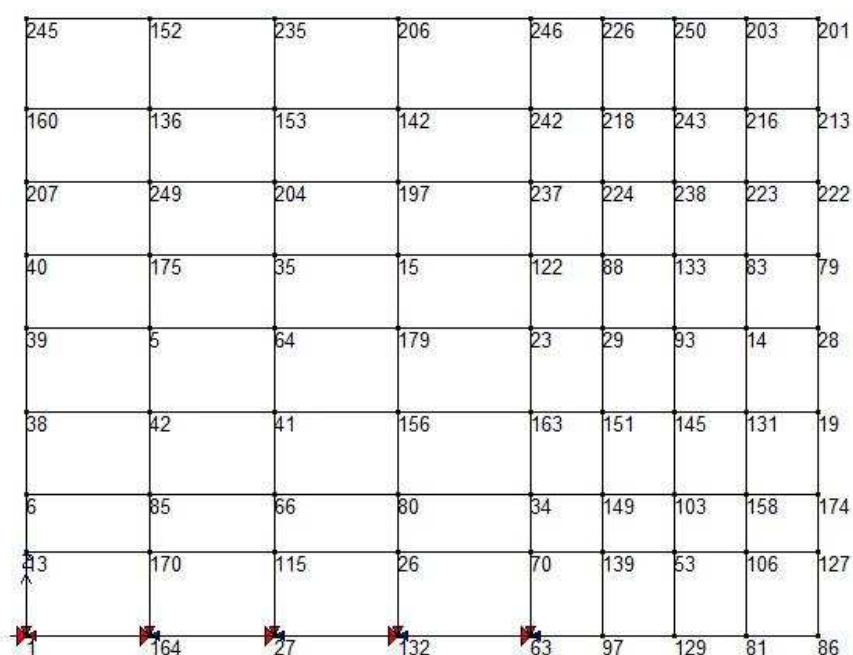
$$P_{b_SIS} = 38.59 \text{ kN/m}^2$$

Le immagini sono state selezionate dal modello generale, in modo da inquadrare le parti in osservazione per una più immediata lettura delle sollecitazioni.

A tal proposito si riporta un estratto del risolto dimensionante con la sua numerazione dei nodi, che trova riscontro ovviamente, nella modellazione generale fatta per il modello "A".

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



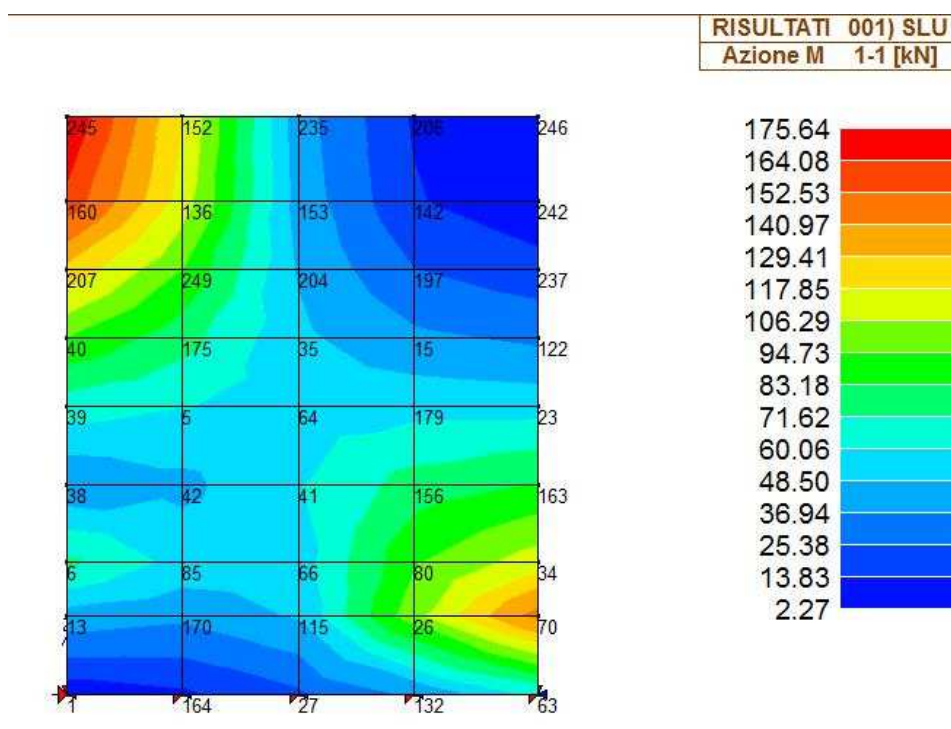
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3.3.1 Attacco risolto-paraghiaia

STATO LIMITE ULTIMO

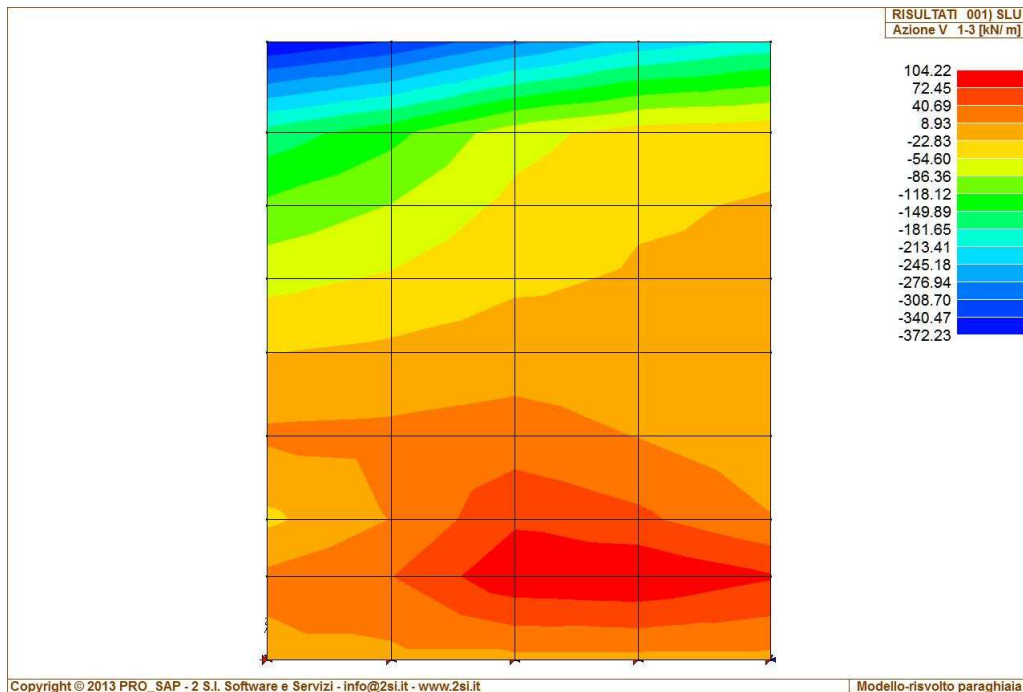
- Sollecitazione flessionale



$M_{SLU} = 175.64 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

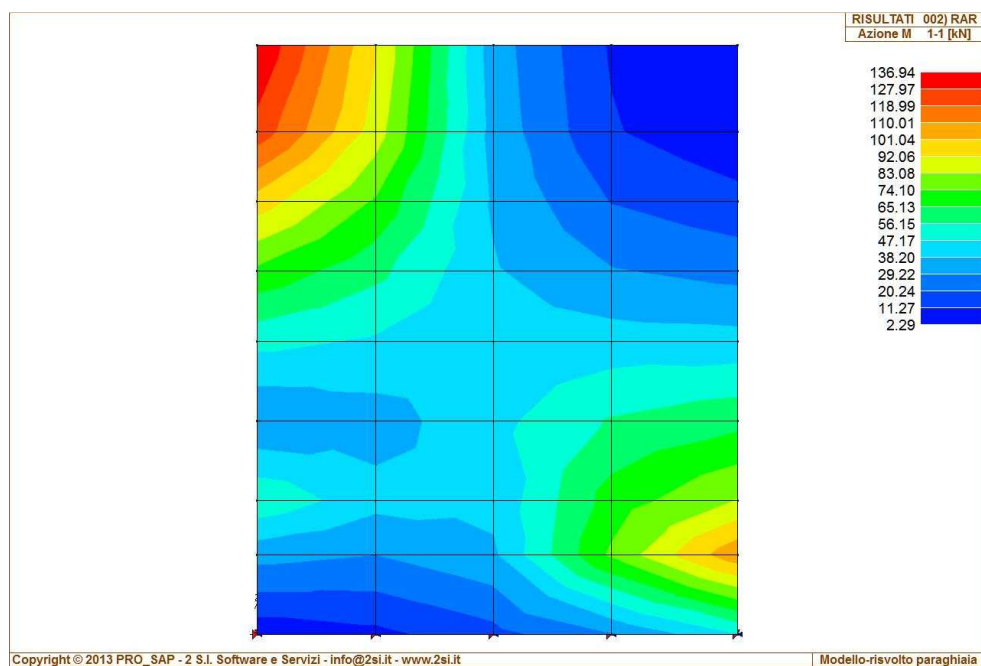
- Sollecitazione di taglio



$T_{SLU, med} = 245 \text{ kN/m}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

- Sollecitazione flessionale



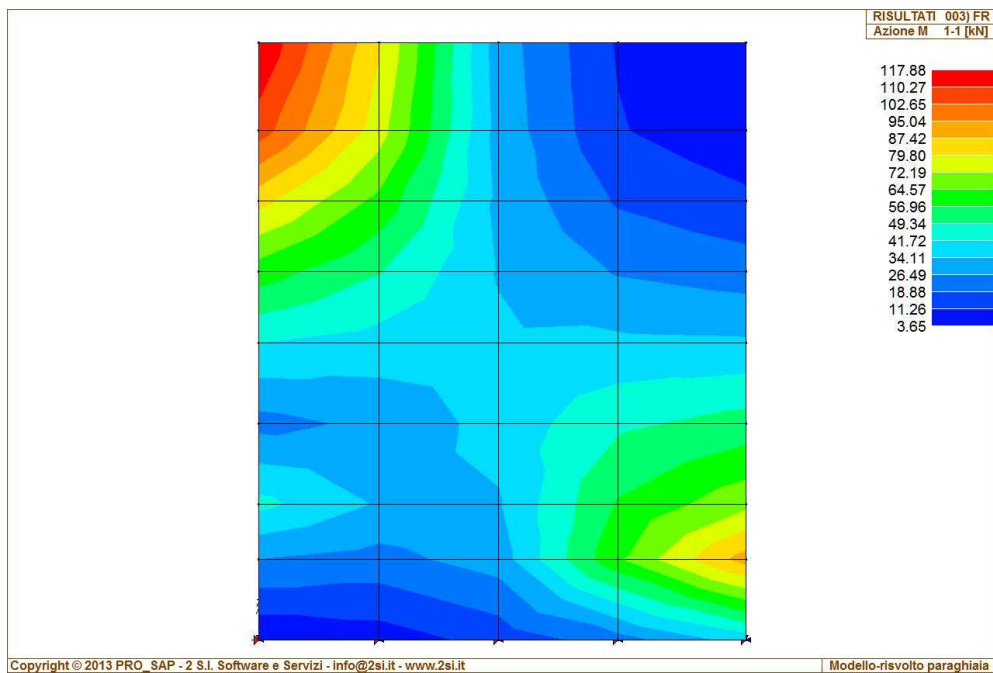
$M_{SLE} = 136.94 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (FR)

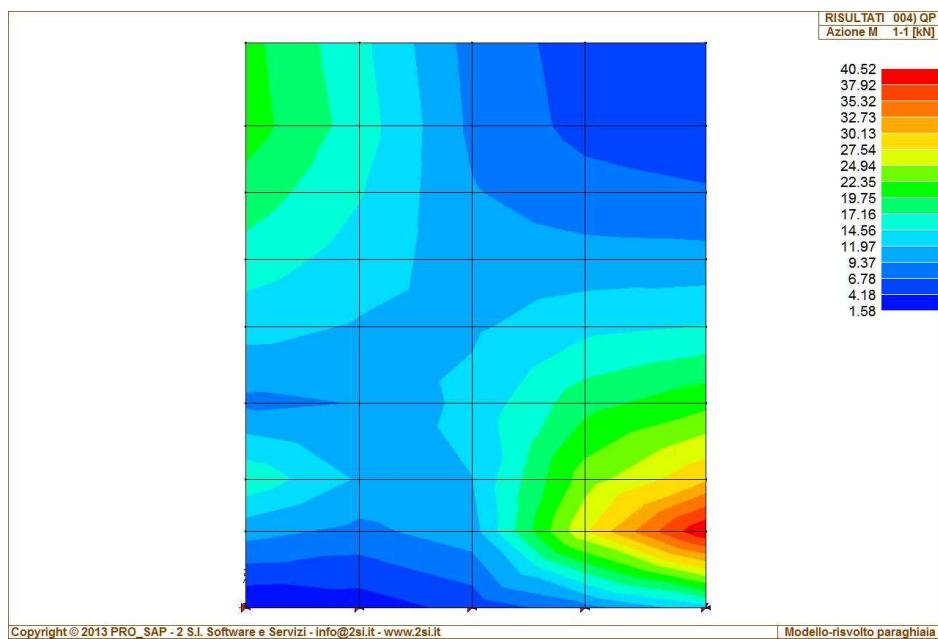
- Sollecitazione flessionale



$$M_{SLE}=117.88\text{kNm/m}$$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (QP)

- Sollecitazione flessionale



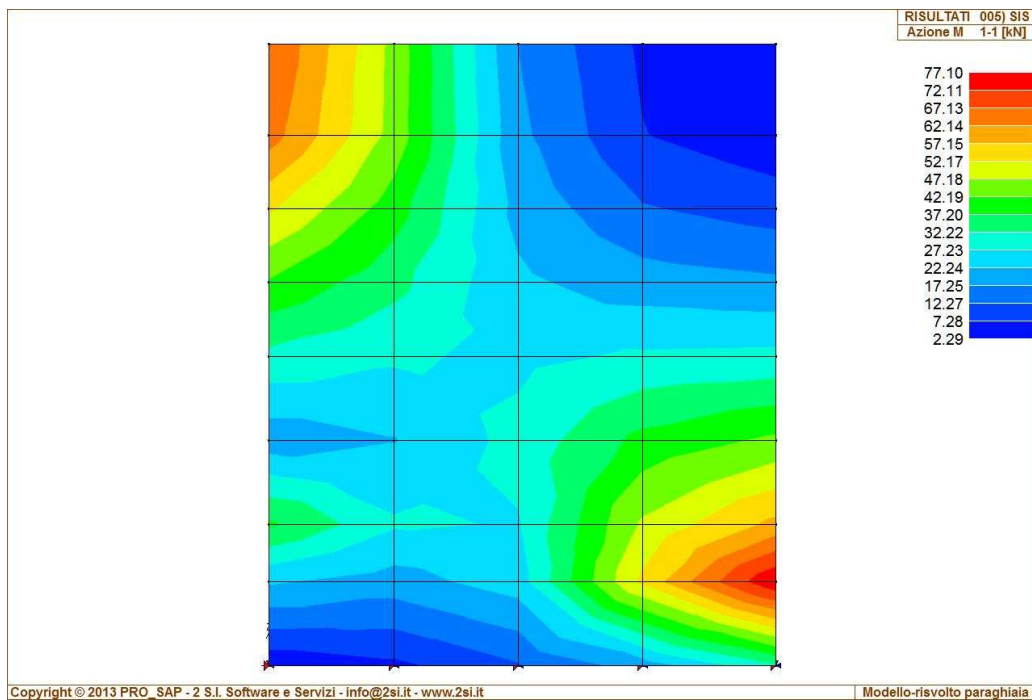
$$M_{SLE}=21\text{kNm/m}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

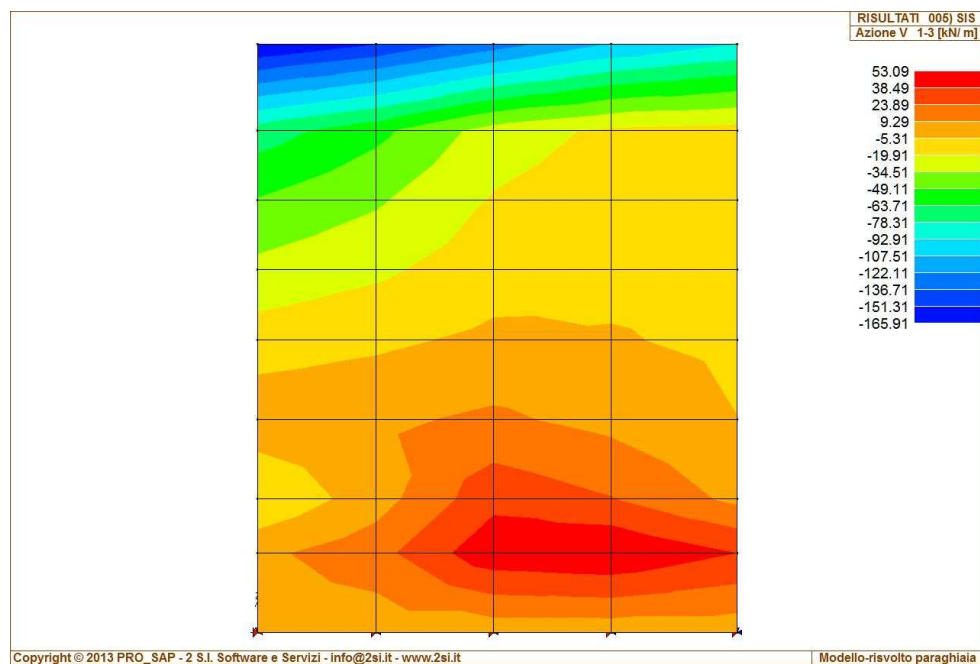
CONDIZIONE SISMICA

- Sollecitazione flessionale



$M_{SIS} = 77.10 \text{ kNm/m}$

- Sollecitazione di taglio



$T_{SIS} = 165.91 \text{ kN/m}$

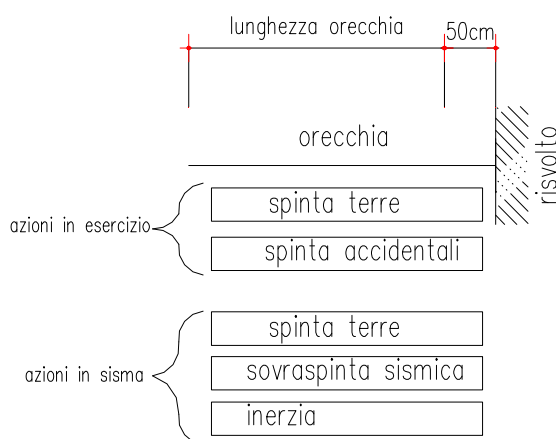
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.3.4 Orecchia

Le orecchie risultano incastrate ai muri di risvolto; lo schema statico assunto per il calcolo delle sollecitazioni è quello di mensola orizzontale soggetta alle azioni trasmesse dal terreno.

A favore di sicurezza, si assume per il calcolo della mensola, la pressione alla base dell'orecchia.



Ipotizzando che il carico orizzontale trasmesso dall'orecchia al risvolto sia assorbito dal primo metro di quest'ultimo, si assume come lunghezza di calcolo teorica della mensola la sua dimensione incrementata di 50cm.

altezza dell'orecchia=	4.300	m
Lunghezza della mensola =	2.000	m

Le sollecitazioni sono ricavate con le seguenti espressioni:

$$M=q \cdot l^2/2 \quad (\text{kNm/m})$$

$$T=q \cdot l \quad (\text{kN/m})$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

Pressione alla base=	55.988	kN/m ²
Momento =	174.963	kNm/m
Taglio =	111.976	kN/m

STATO LIMITE ULTIMO

Pressione alla base=	75.584	kN/m ²
Momento =	236.200	kNm/m
Taglio =	151.168	kN/m

STATI LIMITE DI FESSURAZIONE

CONDIZIONI DI FESSURAZIONE FR ($\Psi_1=0.75$)		
Pressione alla base=	49.834	kN/m ²
Momento =	155.732	kNm/m
Taglio =	99.669	kN/m
CONDIZIONI DI FESSURAZIONE QP ($\Psi_2=0.00$)		
Pressione alla base=	31.373	kN/m ²
Momento =	98.040	kNm/m
Taglio =	62.746	kN/m

CONDIZIONE SISMICA

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Dati geometrici			M (kNm/m)	N (kN/m)	T (kN/m)
h_0	4.30	m			
L_0	2.00	m			
S_0	1.00	m			
$p = g_{cls} \times l_0 \times s_0 \times a_{g/g} \times S \times g_{l+0,5} \times (K - k_a) \times g_t \times h_0 \times g_{i+g} \times h_0 \times k =$	42.99	kN/m^2	(pressione alla base)		
$M = p \times (l_0 + 0,50)^{2/2}$	134.35	kN/m			
$T = p \times l_0$	85.99	kN/m			
totale			134.35		85.99

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.4 Paraghiaia

Il calcolo delle sollecitazioni viene istituito con riferimento alla condizione di massimo sovraccarico sul rilevato e con azione frenante concentrata sulla sommità del paraghiaia. Si considera che agisca direttamente sul paraghiaia l'azione frenante data da un'asse da 30 t costituenti il Q1k, ripartita su una larghezza pari all'ingombro delle ruote del Q1k aumentata della quantità derivante da una ripartizione a 45° sull'altezza del paraghiaia.

Come azioni variabili da traffico gravante sul rilevato si assume lo schema di carico 1. Lo schema 1 prevede:

- ✓ il carico $Q_{1,k}$ costituito da un mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300 kN ognuno (carico tandem) posti ad un interasse di 1.20m lungo il senso di marcia e caratterizzati da una larghezza di 2.40m (comprese le dimensioni delle impronte)
- ✓ il carico ripartito $q_{1,k}$ da 9kN/m²

Si esamina la sezione d'incastro nel fusto ed inoltre la sezione di incastro col risvolto, essendo questa in regime di tenso-flessione.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

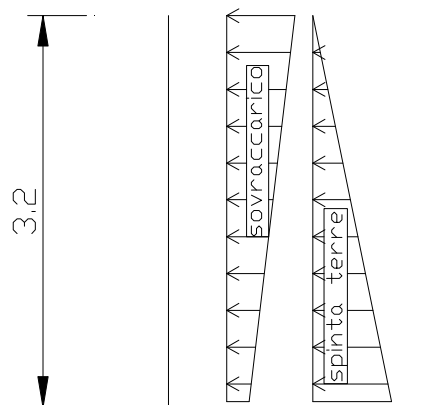
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.4.1 Sezione d'incastro sul fusto

Le sollecitazioni alla base del paraghiaia, si ricavano con un semplice schema statico di mensola verticale incastrata nel fusto.

A favore di sicurezza si assume la massima latezza del paraghiaia

Lo schema di calcolo a mensola verticale ed i carichi applicati è il seguente:



Le sollecitazioni sono ricavate con le seguenti espressioni:

$$M = p_{\text{terre}} \cdot l^2 / 6 + (p_{\text{sovr, max}} - p_{\text{sovr, min}}) \cdot l^2 / 3 + p_{\text{sovr, min}} \cdot l^2 / 2 \quad (\text{kNm/m})$$

$$T = p_{\text{terre}} \cdot l / 2 + (p_{\text{sovr, max}} - p_{\text{sovr, min}}) \cdot l / 2 + p_{\text{sovr, min}} \cdot l \quad (\text{kN/m})$$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

Altezza massima di calcolo paraghiaia h=	3.2	m
p_a =	38.37	kN/m ²
p_b =	13.88	kN/m ²
M=	259.94	kNm/m
T=	141.40	kN/m
N=	40.00	kN/m

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

STATI LIMITE DI FESSURAZIONE

CONDIZIONI DI FESSURAZIONE FR ($\Psi_1=0,75$)		
M=	204.92	kNm/m
T=	52.35	kN/m
N=	40.00	kN/m
CONDIZIONI DI FESSURAZIONE QP ($\Psi_2=0,00$)		
M=	39.85	kNm/m
T=	37.36	kN/m
N=	40.00	kN/m

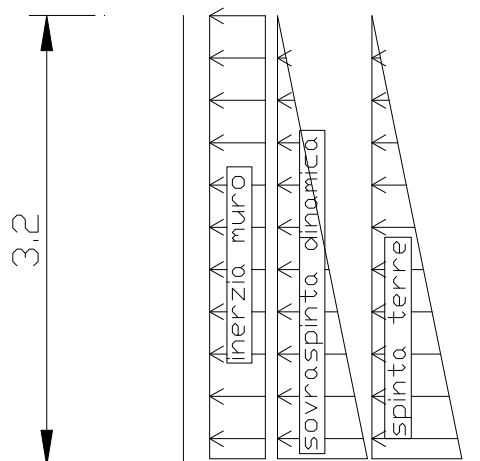
STATO LIMITE ULTIMO

$p_a=$	51.79	kN/m ²
$p_b=$	18.74	kN/m ²
M=	328.83	kNm/m
T=	183.99	kN/m
N=	40.00	kN/m

CONDIZIONE SISMICA

Le sollecitazioni agenti alla base del paraghiaia dovute ai vari contributi, sono di seguito esplicitate, viene inoltre riportato lo schema di calcolo ed i carichi applicati alla struttura:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



·Inerzia

$$M = ((\gamma_{cls} \times h_p \times s_p \times L_p \times a_g / g \times S \times \gamma_i) \times h_p / 2) / (L_p - s_r \times 2) = 20.59 \text{ kNm/m}$$

$$N = \gamma_{cls} \times s_p \times h_p = 38.75 \text{ kN/m}$$

$$T = (\gamma_{cls} \times h_p \times s_p \times L_p \times a_g / g \times S \times \gamma_i) / (L_p - s_r \times 2) = 13.28 \text{ kN/m}$$

·Spinta terre

$$p_{tp} = (\gamma \times h_p \times k) = 14.02 \text{ kN/m}^2$$

$$M = (\gamma \times h_p \times k \times h_p^2) / 6 = 22.45 \text{ kNm/m}$$

$$T = p_{tp} \times h_p / 2 = 21.73 \text{ kN/m}$$

·Incremento spinta dovuto al sisma

$$M = 1/2 \times k \times \gamma \times (h_{fust} + h_p)^2 \times h_p / (h_{fust} + h_p) \times h_p / 2 = 41.92 \text{ kNm/m}$$

$$T = 1/2 \times k \times \gamma \times (h_{fust} + h_p)^2 \times h_p / (h_{fust} + h_p) = 27.05 \text{ kN/m}$$

	MI (kNm/m)	N (kN/m)	HI (kN/m)

PROGETTISTA

 **PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Risultante	84.96	38.75	62.06
------------	-------	-------	-------

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

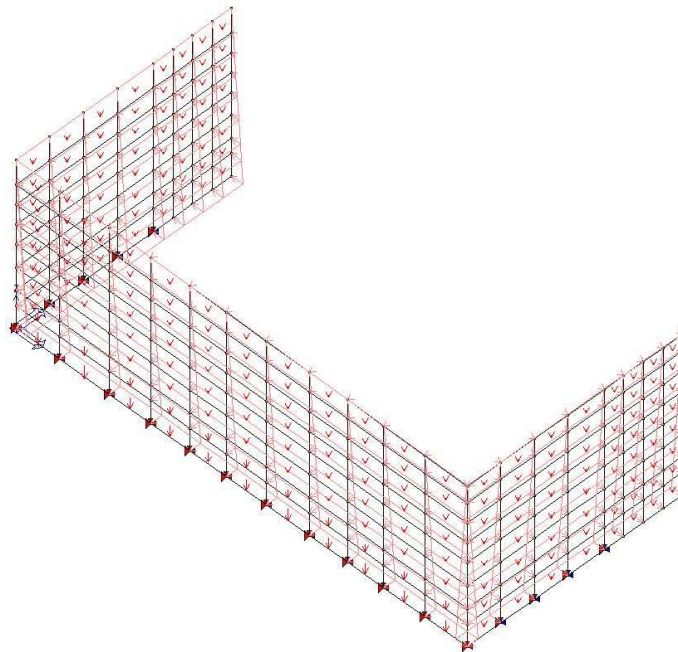
7.6.4.2 Sezione verticale d'incastro con il risvolto

I risultati del calcolo effettuato con il modello "A" con modellazione FEM, vengono riportati in sintesi tramite mappe di colore, per esteso nell'allegato "CD".

Le sollecitazioni sono state calcolate per le seguenti combinazioni di carico:

- Stato limite Ultimo;
- Stato limite di Esercizio;
- Condizione Sismica

I carichi applicati al modello di calcolo, sono rappresentati dalle azioni agenti sui muri di risvolto ed il complesso fusto/paraghiaia, per le varie combinazioni di carico, così come già riportato al paragrafo *"calcolo nello schema di mensola orizzontale (risvolto-paraghiaia)"*

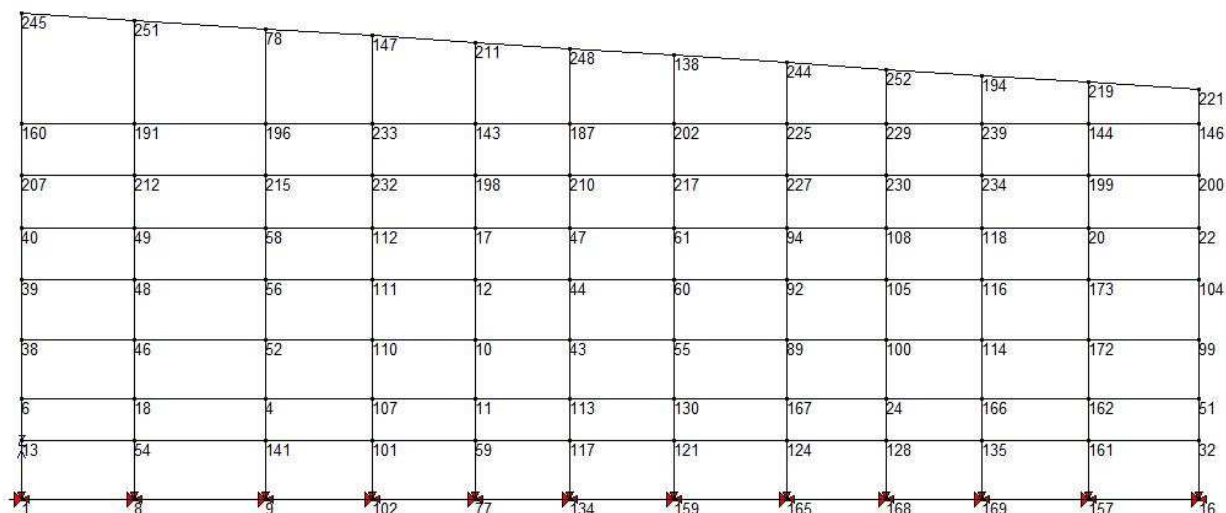


Le immagini sono state selezionate dal modello generale, in modo da inquadrare le parti in osservazione per una più immediata lettura delle sollecitazioni.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

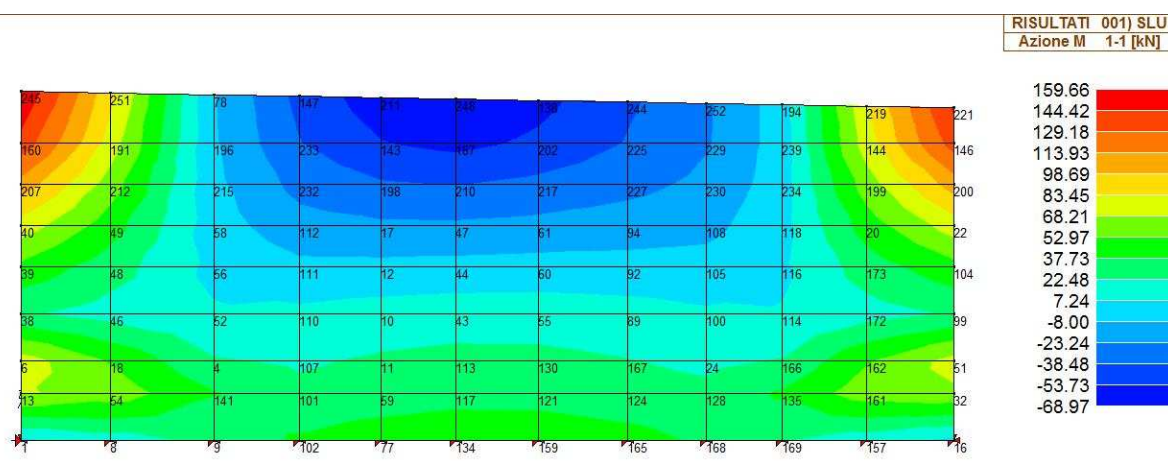
A tal proposito si riporta un estratto del risolto dimensionante con la sua numerazione dei nodi, che trova riscontro ovviamente, nella modellazione generale fatta per il modello "A".



I risultati del calcolo effettuato con il modello "A", vengono riportati in sintesi tramite mappe di colore.

STATO LIMITE ULTIMO

- Sollecitazione flessionale



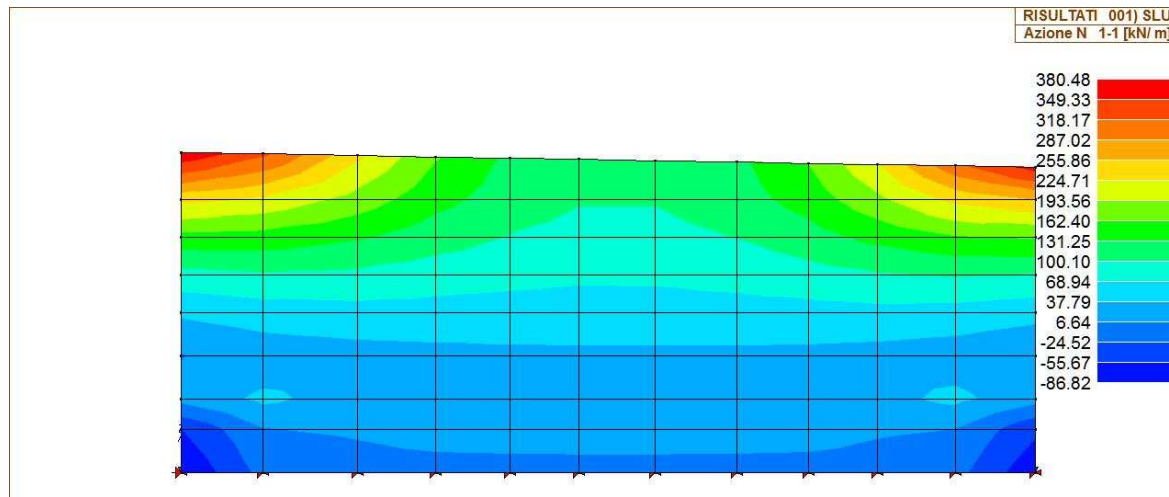
$$M_{SLU}=159.66\text{kNm/m}$$

$$M_{SLU}=-68.97\text{kNm/m}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Sollecitazione di sforzo normale (trazione)

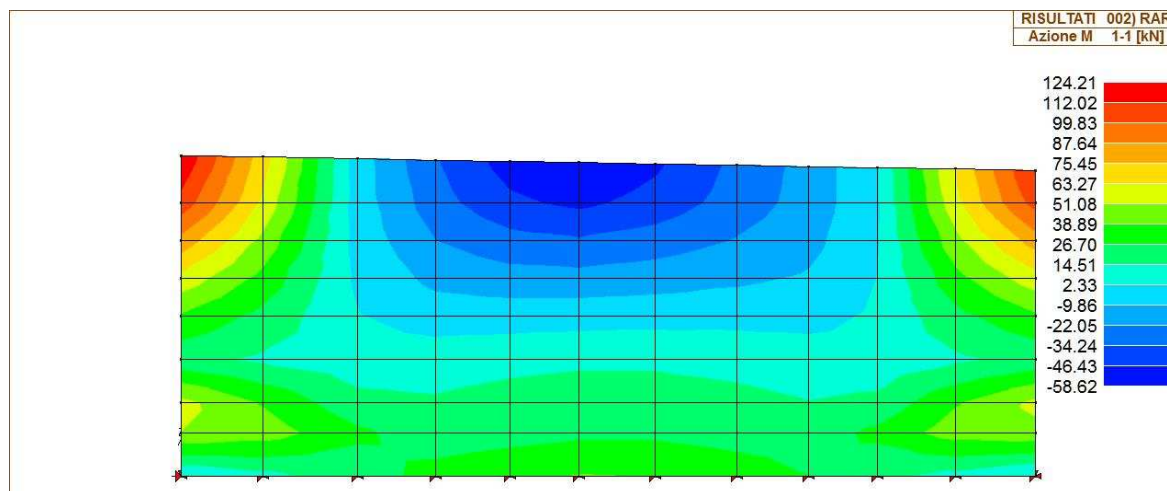


$N_{\text{SLU-attacco,med}} = +265 \text{ kN/m}$

$N_{\text{SLU-mezzeria,med}} = +162 \text{ kN/m}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (RARA)

- Sollecitazione flessionale



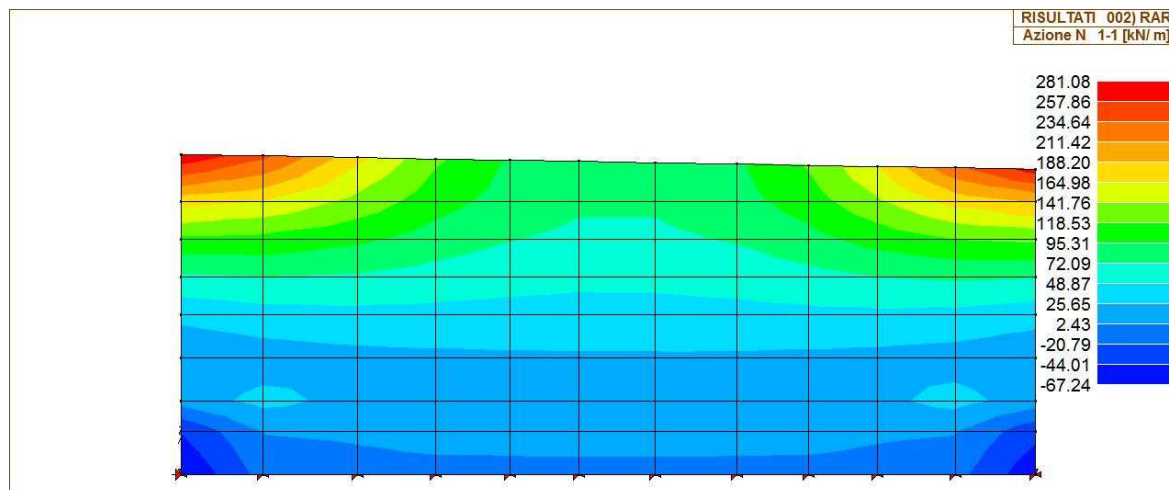
$M_{\text{SLE}} = 124.21 \text{ kNm/m}$

$M_{\text{SLE}} = -58.62 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Sollecitazione di sforzo normale (trazione)

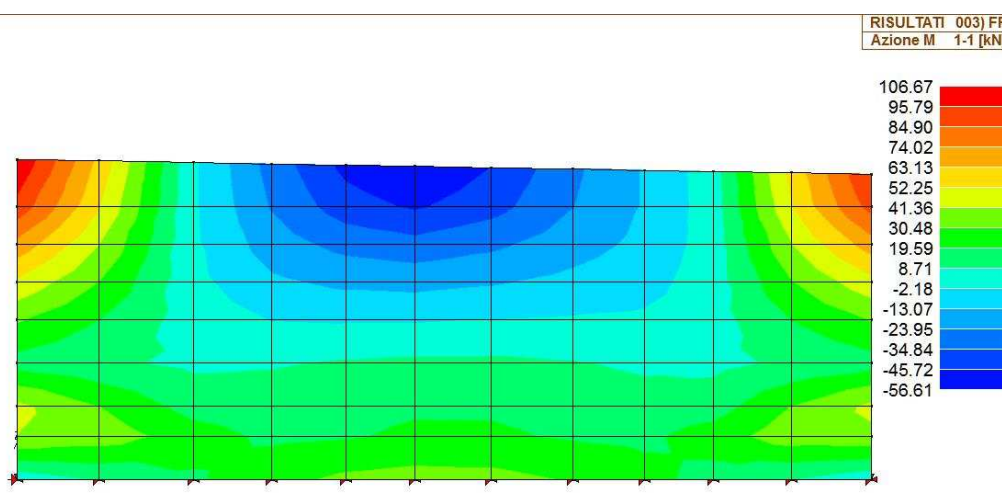


$N_{SLE-attacco,med}=+200\text{kN/m}$

$N_{SLE-mezzeria,med}=+120\text{kN/m}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (FR)

- Sollecitazione flessionale

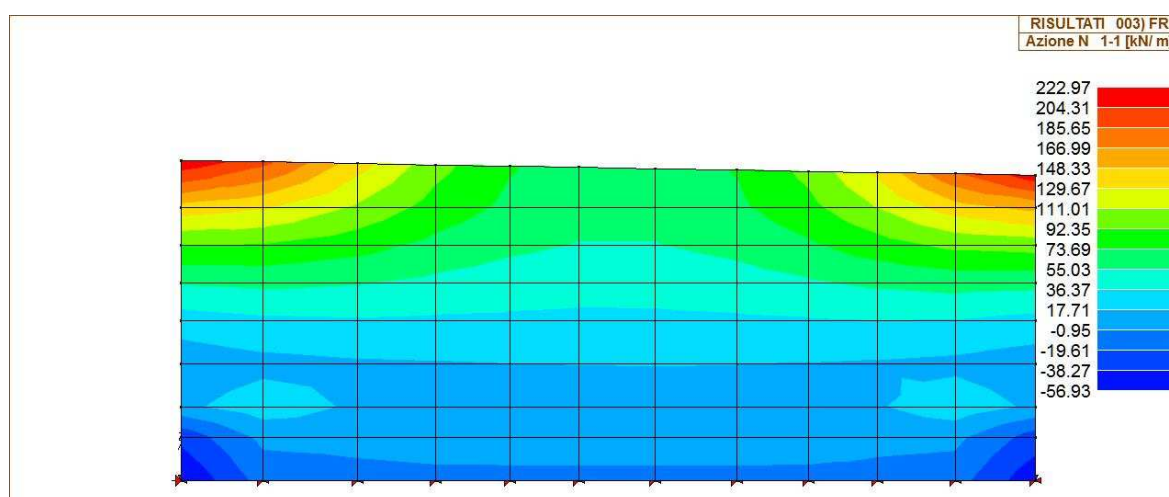


$M_{FR}=106.67\text{kNm/m}$

$M_{FR}=-56.61\text{kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Sollecitazione di sforzo normale (trazione)

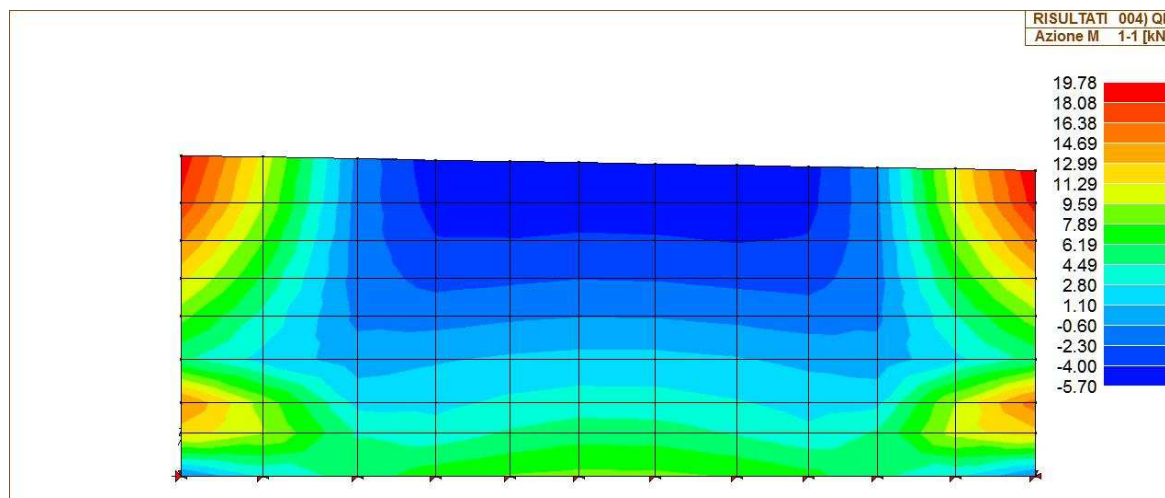


$N_{FR-attacco,med} = +158 \text{ kN/m}$

$N_{FR-mezzeria,med} = +100 \text{ kN/m}$

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (QP)

- Sollecitazione flessionale



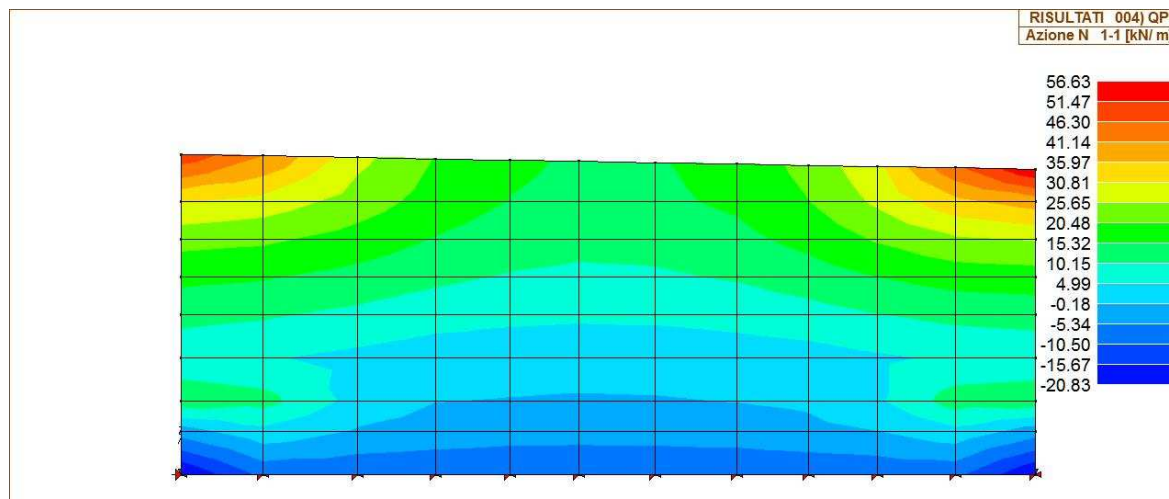
$M_{QP} = 19.78 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$M_{QP} = -5.70 \text{ kNm/m}$

- Sollecitazione di sforzo normale (trazione)

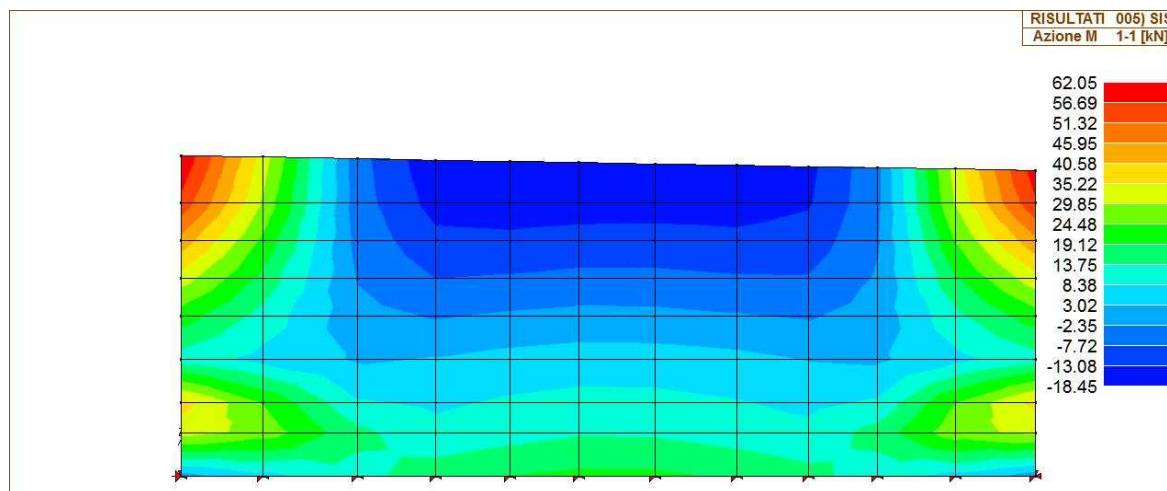


$N_{QP-attacco,med} = +36 \text{ kN/m}$

$N_{QP-mezzeria,med} = +20 \text{ kN/m}$

CONDIZIONE SISMICA

- Sollecitazione flessionale



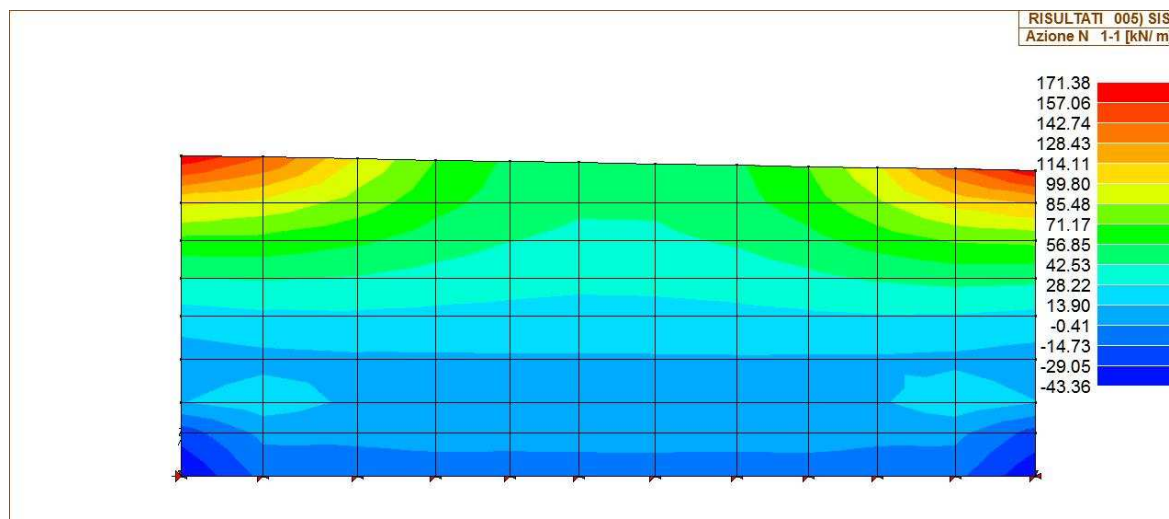
$M_{SIS} = 62.05 \text{ kNm/m}$

$M_{SIS} = -18.45 \text{ kNm/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Sollecitazione di sforzo normale (trazione)



$N_{SIS-attacco,med}=+120\text{kN/m}$

$N_{SIS-mezzeria,med}=+70\text{kN/m}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.1 Baggioli

La verifica dei baggioli viene effettuata considerando l'elemento sollecitato con le azioni provenienti dai dispositivi di appoggio in condizione sismica, in quanto dimensionante.

Si tratta di una struttura tozza, nella quale, come è noto, si formano flussi di tensione di compressione nel calcestruzzo e flussi di tensioni di trazione nelle barre di armatura.

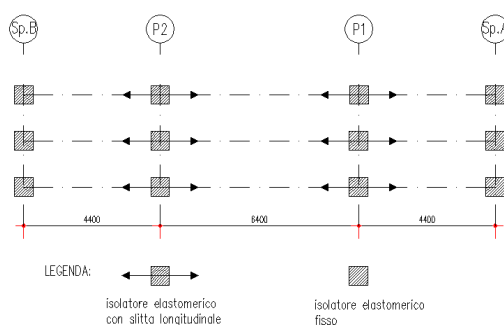
Il dimensionamento delle armature viene effettuato nell'ipotesi che il baggiolo si comporti come un corpo rigido, la cui rottura avviene con formazione di una superficie di scorrimento orizzontale tra baggiolo ed estradosso spalla. Si ipotizza quindi che il meccanismo resistente del baggiolo sia costituito da bielle di calcestruzzo inclinate a 45° diffuse sulla superficie di scorrimento baggiolo-estradosso spalla. Si procede quindi al dimensionamento delle armature verticali che, conseguentemente alla formazione del meccanismo descritto, devono assorbire una azione pari al carico orizzontale trasmesso dall'appoggio.

L'azione trasmessa dalle zanche di ancoraggio dell'apparecchio di appoggio viene riportata al nucleo del corpo rigido mediante predisposizione di apposita armatura di appensione, costituita da staffe orizzontali, disposte in maniera opportuna a seconda della direzione di trasmissione dell'azione.

Nelle verifiche che si riportano in seguito si trascura, in maniera conservativa, l'azione verticale trasmessa dall'apparecchio di appoggio.

7.6.1.1 Riepilogo delle sollecitazioni trasmesse dagli apparecchi di appoggio

Si riportano di seguito per ciascuna tipologia di appoggio il riepilogo delle sollecitazioni massime trasmesse dagli apparecchi di appoggio. Per l'appoggio di tipo fisso e l'appoggio unidirezionale accoppiato con shock transmitter si riportano, con le azioni massime longitudinali, le azioni trasversali concomitanti e viceversa.



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

- Appoggio fisso:

$$H_{l,max} = 858.65 \text{ kN} \quad H_t = 116.14 \text{ kN}$$

7.6.1.2 Verifica dell'armatura verticale

A favore di sicurezza, la verifica viene eseguita trascurando l'effetto stabilizzante prodotto del carico assiale trasmesso dal dispositivo. Il dimensionamento delle armature verticali, conseguentemente alla formazione del meccanismo descritto sopra, viene effettuato ipotizzando che tali armature debbano assorbire una azione di trazione pari al carico orizzontale trasmesso dall'appoggio. L'azione di calcolo risulta pari a:

$$H = (H_{l,max}^2 + H_{t,max}^2)^{1/2}$$

Si assume il seguente valore, lievemente arrotondato a favore di sicurezza rispetto al valore H effettivo:

$$H = 900 \text{ kN}$$

$$A_{s,min} = \frac{H}{f_{yd}} = \frac{900 \cdot 10^3}{391.3} = 23 \text{ cm}^2$$

Si dispone un'armatura costituita da n°18 $\phi 16$ a due bracci per un'area totale pari a 72.36 cm^2 .

La tensione agente nelle barre risulta:

$$\sigma_{Ed} = \frac{H_{Ed}}{A_s} = \frac{900 \cdot 10^3}{7236} = 124.37 \text{ N/mm}^2 \text{ che risulta minore di } f_{yd} \text{ pertanto la verifica è soddisfatta.}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.1.3 Verifica dell'armatura di appensione

7.6.1.3.1 Direzione longitudinale

Si assume come valore di calcolo della azione trasversale $H_{t,max}=900$ kN.

Ciascun elemento di ancoraggio trasmette al baggiolo una azione pari a:

$$H_z = \frac{H_{t,max}}{n_z} = \frac{900}{4} = 225kN,$$

dove con n_z si indica il numero di zanche di cui è dotato il dispositivo di appoggio.

L'armatura minima necessaria ad assorbire l'azione trasmessa dalla zanca di ancoraggio risulta:

$$A_{sw,min} = \frac{H_z}{f_{yd}} = \frac{225 \cdot 10^3}{391.3} = 5.75cm^2$$

L'armatura di appensione è costituita da 3 ϕ 14 (due bracci) per un'area totale pari a 9.24 cm².

$\sigma_{Ed} = \frac{H_z}{A_{sw}} = \frac{225 \cdot 10^3}{924} = 243 \frac{N}{mm^2}$ che risulta minore di f_{yd} pertanto la verifica è soddisfatta.

7.6.1.3.2 Direzione trasversale

La verifica in direzione longitudinale è superflua in quanto la sollecitazione è inferiore e la quantità di armatura di appensione disposta è uguale nelle due direzioni.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

7.6.2 Pali di fondazione

Dall'analisi delle sollecitazioni sulla palificata nelle diverse combinazioni di carico (paragrafo 7.5.5) effettuata mediante il programma di calcolo GROUP, si riassumono nelle tabelle seguenti le sollecitazioni sui pali nelle combinazioni significative al fine delle verifiche.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.

569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Combinazione di carico	dati da inserire in group					spostamenti palificata			palo con Nminimo e soll associate				palo cc
	N (kN)	M1 (kNm)	M2 (kNm)	T1 (kN)	T2 (kN)	D1	D2	D3	n_palo	Nmin	T	M	
RAR-gr1- I (V+, A+)	11542	7398	715	2465	158	6.9290E-04	5.5700E-03	-3.1620E-04	4	461.000	309.185	1040.651	5
RAR-gr1- IIa (V+, A+)	14044	14266	5221	3022	126	9.0710E-04	7.1810E-03	-3.3890E-04	4	31.800	375.062	1220.064	5
RAR-gr1- IIb (V+, A+)	14044	12650	5221	2465	126	8.8460E-04	5.8870E-03	-3.3890E-04	4	236.000	309.075	1000.078	5
RAR-gr1- IIc (V+, A+)	11542	10630	429	3580	95	7.1250E-04	8.1160E-03	-1.8730E-04	4	67.800	441.011	1480.032	5
RAR-gr2a- IIIa (V+, A+, F+)	13444	13812	4088	3273	126	8.6560E-04	7.6820E-03	-3.1790E-04	4	-9.080	404.058	1320.086	5
RAR-gr2a- IIIa (V+, A+, F-)	13393	11286	4088	2493	126	8.2870E-04	5.8540E-03	-3.1780E-04	4	285.000	312.075	1020.110	5
RAR-gr2a- IIb (V+, A+, F+)	13418	12546	4088	2855	126	8.4650E-04	6.7070E-03	-3.1790E-04	4	144.000	355.066	1160.097	5
RAR-gr2a- IIb (V+, A+, F-)	13418	10128	4088	2075	126	8.1700E-04	4.8920E-03	-3.1470E-04	4	447.000	262.088	861.136	5
RAR-gr2a- IIc (V+, A+, F+)	11542	11031	429	3691	95	7.1750E-04	8.3790E-03	-1.8740E-04	4	22.800	454.011	1520.031	5
RAR-gr2a- IIc (V+, A+, F-)	11542	8613	429	2911	95	6.9290E-04	6.5720E-03	-1.8510E-04	4	324.000	362.013	1220.040	5
RAR-gr2b- IVa (V+, A+, C)	13418	12549	4424	2883	174	8.4710E-04	6.7680E-03	-4.2120E-04	4	111.000	358.222	1170.526	5
RAR-gr2b- IVb (V+, A+, C)	13418	11337	4424	2465	174	8.3030E-04	5.7980E-03	-4.2110E-04	4	264.000	308.258	1010.610	5
Prow.	8542	1450	0	2650	0	5.1280E-04	5.6800E-03	1.2760E-05	1	444.000	295.119	1020.462	5
C.Perm. (A+)	11542	4515	0	1535	0	6.9290E-04	3.4640E-03	1.2780E-05	1	872.000	163.216	543.867	5
RAR-GEO-gr1- I (V+, A+)	11542	7398	715	2465	158	6.9290E-04	5.5700E-03	-3.1620E-04	4	461.000	309.185	1040.651	5
RAR-GEO-gr1- IIa (V+, A+)	14044	14266	5221	3022	126	9.0710E-04	7.1810E-03	-3.3890E-04	4	31.800	375.062	1220.064	5
RAR-GEO-gr1- IIb (V+, A+)	14044	12650	5221	2465	126	8.8460E-04	5.8870E-03	-3.3890E-04	4	236.000	309.075	1000.078	5
RAR-GEO-gr1- IIc (V+, A+)	11542	10630	429	3580	95	7.1250E-04	8.1160E-03	-1.8730E-04	4	67.800	441.011	1480.032	5
RAR-GEO-gr2a- IIIa (V+, A+, F+)	13444	13812	4088	3273	126	8.6560E-04	7.6820E-03	-3.1790E-04	4	-9.080	404.058	1320.086	5
RAR-GEO-gr2a- IIIa (V+, A+, F-)	13393	11286	4088	2493	126	8.2870E-04	5.8540E-03	-3.1780E-04	4	285.000	312.075	1020.110	5
RAR-GEO-gr2a- IIb (V+, A+, F+)	13418	12546	4088	2855	126	8.4650E-04	6.7070E-03	-3.1790E-04	4	144.000	355.066	1160.097	5
RAR-GEO-gr2a- IIb (V+, A+, F-)	13418	10128	4088	2075	126	8.1700E-04	4.8920E-03	-3.1470E-04	4	447.000	262.088	861.136	5
RAR-GEO-gr2a- IIc (V+, A+, F+)	11542	11031	429	3691	95	7.1750E-04	8.3790E-03	-1.8740E-04	4	22.800	454.011	1520.031	5
RAR-GEO-gr2a- IIc (V+, A+, F-)	11542	8613	429	2911	95	6.9290E-04	6.5720E-03	-1.8510E-04	4	324.000	362.013	1220.040	5
RAR-GEO-gr2b- IVa (V+, A+, C)	13418	12549	4424	2883	174	8.4710E-04	6.7680E-03	-4.2120E-04	4	111.000	358.222	1170.526	5
RAR-GEO-gr2b- IVb (V+, A+, C)	13418	11337	4424	2465	174	8.3030E-04	5.7980E-03	-4.2110E-04	4	264.000	308.258	1010.610	5
Prow.-GEO	8542	1450	0	2650	0	5.1280E-04	5.6800E-03	1.2760E-05	1	444.000	295.119	1020.462	5
C.Perm. (A+)-GEO	11542	4515	0	1535	0	6.9290E-04	3.4640E-03	1.2780E-05	1	872.000	163.216	543.867	5
SLU.1-gr1-I (V+, A+)=g+q5*0.9	11542	7398	643	2465	142	6.9290E-04	5.5700E-03	-2.8290E-04	4	467.000	309.124	1040.433	5
SLU.1-gr1-IV (V+, A+)=g+q1.35+q5*0.9	15581	9987	643	3328	142	1.0010E-03	7.6340E-03	-2.8650E-04	4	644.000	411.094	1370.320	5
SLU.1-gr1-IIa (V+, A+)=g+q1+q2*1.35+0.9*q5	14920	16670	7152	3217	189	9.9090E-04	7.7600E-03	-5.0230E-04	4	-147.000	398.264	1280.495	5
SLU.1-gr1-IIb (V+, A+)=g+q1+q2*1.35+0.9*q5	18959	19259	7152	4080	189	1.3240E-03	9.8690E-03	-5.0280E-04	4	41.600	500.210	1600.400	5
SLU.1-gr1-III (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5	14920	14488	7152	2465	189	9.6060E-04	6.0130E-03	-5.0220E-04	4	128.000	308.336	985.640	5
SLU.1-gr1-IVa (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5	18959	17077	7152	3328	189	1.2940E-03	8.1210E-03	-5.0270E-04	4	317.000	411.256	1310.486	5
SLU.1-gr1-IVb (V+, A+)=g+q1+q2*1.35+0.9*q5	11542	11761	643	3970	142	7.2830E-04	9.0220E-03	-2.8640E-04	4	-95.000	487.080	1630.269	5
SLU.1-gr1-IVc (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.35+0.9*q5	15581	14350	643	4833	142	1.0610E-03	1.1130E-02	-2.8670E-04	4	93.600	590.066	1950.226	5
SLU.2-gr1-IIIa (V+, A+)=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5	14075	14352	5622	3029	189	9.1000E-04	7.2020E-03	-4.7380E-04	4	-8.350	375.280	1220.623	5
SLU.2-gr1-IIIb (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5	18115	16941	5622	3892	189	1.2430E-03	9.3100E-03	-4.7430E-04	4	185.000	478.220	1540.499	5
SLU.2-gr1-IVa (V+, A+)=g+q1+q2*1.35+q3*1.013+0.9*q5	14075	12716	7152	2465	189	8.8730E-04	5.8920E-03	-5.0210E-04	4	121.000	308.336	999.631	5
SLU.2-gr1-IVb (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5	17102	15305	5622	3328	189	1.1460E-03	9.7940E-03	-4.7410E-04	4	264.000	411.256	1330.575	5
SLU.2-gr1-IVc (V+, A+)=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5	11542	10670	643	3594	142	7.1310E-04	8.1490E-03	-2.8630E-04	4	42.400	443.087	1480.296	5
SLU.2-gr1-IVd (V+, A+)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+0.9*q5	15581	13259	643	4456	189	1.0460E-03	1.0250E-02	-3.8170E-04	4	222.000	544.193	1810.693	5
SLU.3-gr2a-IIIa (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	14041	12793	5622	2503	189	8.8610E-04	5.9770E-03	-4.7370E-04	4	186.000	313.331	1010.749	5
SLU.3-gr2a-IIIb (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	18080	15382	5622	3366	189	1.2190E-03	8.0850E-03	-4.7420E-04	4	375.000	415.253	1340.570	5
SLU.3-gr2a-IIIc (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	11542	16057	5622	3029	189	7.3380E-04	7.2380E-03	-4.7370E-04	4	-419.000	375.280	1210.625	5
SLU.3-gr2a-IVa (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	18150	18646	5622	3892	189	1.2560E-03	9.4080E-03	-4.7430E-04	4	93.400	478.220	1530.502	5
SLU.3-gr2a-IVb (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	14110	14421	5622	2992	189	9.1220E-04	7.1270E-03	-4.7380E-04	4	4.190	371.279	1200.634	5
SLU.3-gr2a-IVc (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	18150	17010	5622	3855	189	1.2450E-03	9.2350E-03	-4.7430E-04	4	193.000	473.222	1530.502	5
SLU.3-gr2a-IVd (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	14110	11156	5622	1939	189	8.6960E-04	6.6710E-03	-4.7250E-04	4	405.000	246.421	795.956	5
SLU.3-gr2a-IVe (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	18150	13746	5622	2802	189	1.2020E-03	6.7750E-03	-4.7420E-04	4	590.000	348.298	1210.679	5
SLU.3-gr2a-IVf (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	11576	12375	643	4120	142	7.3790E-04	9.3810E-03	-2.8640E-04	4	-156.000	505.077	1690.259	5
SLU.3-gr2a-IVg (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	15616	14964	643	4983	142	1.0710E-03	1.1490E-02	-2.8670E-04	4	33.000	607.064	2010.219	5
SLU.3-gr2a-IVh (V+, A+, F)=g+q1+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	11576	9111	643	3067	142	6.9630E-04	6.9280E-03	-2.8440E-04	4	247.000	380.101	1280.347	5
SLU.3-gr2a-IVi (V+, A+, F)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.35+0.9*q5	15616	11700	643	3930	142	1.0270E-03	9.0320E-03	-2.8660E-04	4	430.000	482.080	1600.276	5
SLU.4-gr2b-IVa (V+, A+, C)=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+q4*1.35+0.9*q5	14075	14352	6075	3029	254	9.1000E-04	7.2020E-03	-6.1370E-04	4	-40.200	375.662	1221.789	5
SLU.4-gr2b-IVb (V+, A+, C)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+q4	18115	16941	6075	3892	254	1.2430E-03	9.3100E-03	-6.1430E-04	4	148.000	477.521	1541.431	5
SLU.4-gr2b-IVc (V+, A+, C)=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+q4*1.35+0.9*q5	14075	12716	6075	2465	254	8.8730E-04	5.8920E-03	-6.1360E-04	4	166.000	308.799	1001.178	5
SLU.4-gr2b-IVd (V+, A+, C)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+q4	18115	15305	6075	3328	254	1.2200E-03	7.9990E-03	-6.1420E-04	4	355.000	410.606	1321.664	5
SLU.4-gr2b-IVe (V+, A+, C)=g+q1+q2*1.013+q3*1.013+q4*1.35+0.9*q5	11542	10670	1097	3594	207	7.1310E-04	8.1490E-03	-4.2610E-04	4	5.960	442.312	1481.090	5
SLU.4-gr2b-IVf (V+, A+, C)=g+q1*1.35+q2*1.013+q3*1.013+q4	15581	13259	1097	4456	207	1.0460E-03	1.0260E-02	-4.2660E-04	4	195.000	544.256	1810.894	5

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.

569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

con Nmassimo e soll associate				palo con Mmassimo e soll associate				palo con Tmassimo e soll associate			
Nmax	T	M	n°palo	Mmax	N	T	n°palo	Tmax	N	M	
2420.000	331.379	1054.943	8	1194.363	2310.000	372.227	8	372.227	2310.000	1194.363	
3380.000	410.817	1262.344	8	1402.105	2970.000	451.743	8	451.743	2970.000	1402.105	
3180.000	332.012	1012.923	8	1162.540	2770.000	372.901	8	372.901	2770.000	1162.540	
2800.000	488.469	1551.695	8	1701.545	2750.000	530.432	8	530.432	2750.000	1701.545	
3290.000	445.747	1382.277	8	1532.054	2970.000	486.684	8	486.684	2970.000	1532.054	
2990.000	335.003	1043.019	8	1182.662	2660.000	375.893	8	375.893	2660.000	1182.662	
3140.000	386.861	1202.617	8	1342.344	2810.000	427.785	8	427.785	2810.000	1342.344	
2840.000	276.217	852.733	8	994.200	2490.000	317.060	8	317.060	2490.000	994.200	
2850.000	504.454	1601.642	8	1751.501	2790.000	545.420	8	545.420	2790.000	1751.501	
2560.000	393.582	1252.112	8	1401.886	2490.000	435.526	8	435.526	2490.000	1401.886	
3160.000	391.352	1214.208	8	1353.773	2790.000	431.226	8	431.226	2790.000	1353.773	
3010.000	332.602	1024.988	8	1164.389	2640.000	372.430	8	372.430	2640.000	1164.389	
1690.000	355.094	1160.345	8	1310.306	1690.000	398.084	8	398.084	1690.000	1310.306	
2010.000	197.169	624.641	8	772.519	2010.000	240.139	8	240.139	2010.000	772.519	
2420.000	331.379	1054.943	8	1194.363	2310.000	372.227	8	372.227	2310.000	1194.363	
3380.000	410.817	1262.344	8	1402.105	2970.000	451.743	8	451.743	2970.000	1402.105	
3180.000	332.012	1012.923	8	1162.540	2770.000	372.901	8	372.901	2770.000	1162.540	
2800.000	488.469	1551.695	8	1701.545	2750.000	530.432	8	530.432	2750.000	1701.545	
3290.000	445.747	1382.277	8	1532.054	2970.000	486.684	8	486.684	2970.000	1532.054	
2990.000	335.003	1043.019	8	1182.662	2660.000	375.893	8	375.893	2660.000	1182.662	
3140.000	386.861	1202.617	8	1342.344	2810.000	427.785	8	427.785	2810.000	1342.344	
2840.000	276.217	852.733	8	994.200	2490.000	317.060	8	317.060	2490.000	994.200	
2850.000	504.454	1601.642	8	1751.501	2790.000	545.420	8	545.420	2790.000	1751.501	
2560.000	393.582	1252.112	8	1401.886	2490.000	435.526	8	435.526	2490.000	1401.886	
3160.000	391.352	1214.208	8	1353.773	2790.000	431.226	8	431.226	2790.000	1353.773	
3010.000	332.602	1024.988	8	1164.389	2640.000	372.430	8	372.430	2640.000	1164.389	
1690.000	355.094	1160.345	8	1310.306	1690.000	398.084	8	398.084	1690.000	1310.306	
2010.000	197.169	624.641	8	772.519	2010.000	240.139	8	240.139	2010.000	772.519	
2420.000	331.186	1054.262	8	1193.762	2320.000	372.055	8	372.055	2320.000	1193.762	
3230.000	453.865	1433.112	8	1572.835	3150.000	494.793	8	494.793	3150.000	1572.835	
3750.000	439.372	1343.953	8	1483.580	3180.000	479.258	8	479.258	3180.000	1483.580	
4570.000	562.072	1723.081	8	1852.865	4000.000	602.001	8	602.001	4000.000	1852.865	
3470.000	332.824	1005.291	8	1144.644	2900.000	372.619	8	372.619	2900.000	1144.644	
4290.000	455.324	1383.839	8	1523.486	3720.000	495.217	8	495.217	3720.000	1523.486	
2960.000	544.715	1732.568	8	1872.376	2880.000	585.665	8	585.665	2880.000	1872.376	
3780.000	666.584	2112.111	8	2251.979	3700.000	707.550	8	707.550	3700.000	2251.979	
3420.000	412.462	1274.416	8	1413.979	2960.000	452.333	8	452.333	2960.000	1413.979	
4240.000	535.120	1653.401	8	1783.153	3780.000	575.042	8	575.042	3780.000	1783.153	
3270.000	332.824	1015.238	8	1154.603	2700.000	372.629	8	372.629	2700.000	1154.603	
3910.000	455.324	1394.036	8	1533.667	3450.000	495.217	8	495.217	3450.000	1533.667	
2820.000	490.799	1562.848	8	1702.613	2740.000	531.732	8	531.732	2740.000	1702.613	
3650.000	613.970	1943.525	8	2083.288	3560.000	653.911	8	653.911	3560.000	2083.288	
3220.000	337.787	1035.440	8	1174.792	2760.000	378.594	8	378.594	2760.000	1174.792	
4040.000	460.310	1413.979	8	1553.620	3580.000	500.205	8	500.205	3580.000	1553.620	
3200.000	412.462	1264.451	8	1404.007	2740.000	452.333	8	452.333	2740.000	1404.007	
4340.000	535.120	1633.443	8	1773.171	3880.000	575.042	8	575.042	3880.000	1773.171	
3420.000	407.480	1254.486	8	1394.036	2960.000	447.348	8	447.348	2960.000	1394.036	
4240.000	529.132	1633.443	8	1773.171	3780.000	570.051	8	570.051	3780.000	1773.171	
3020.000	258.341	786.179	8	924.100	2560.000	298.027	8	298.027	2560.000	924.100	
3840.000	380.585	1164.833	8	1304.314	3390.000	420.434	8	420.434	3390.000	1304.314	
3030.000	565.688	1792.482	8	1942.291	2950.000	606.642	8	606.642	2950.000	1942.291	
3850.000	687.566	2172.052	8	2311.928	3770.000	728.534	8	728.534	3770.000	2311.928	
2640.000	415.944	1323.378	8	1473.034	2540.000	456.859	8	456.859	2540.000	1473.034	
3450.000	538.723	1702.619	8	1842.420	3370.000	579.672	8	579.672	3370.000	1842.420	
3440.000	413.327	1277.261	8	1406.590	2940.000	453.112	8	453.112	2940.000	1406.590	
4260.000	535.785	1655.595	8	1785.188	3760.000	575.661	8	575.661	3760.000	1785.188	
3240.000	333.885	1029.027	8	1158.014	2730.000	373.577	8	373.577	2730.000	1158.014	
4060.000	456.098	1396.637	8	1536.033	3550.000	494.933	8	494.933	3550.000	1536.033	
2850.000	492.392	1564.920	8	1704.516	2720.000	532.288	8	532.288	2720.000	1704.516	
3670.000	614.116	1943.959	8	2083.693	3540.000	654.047	8	654.047	3540.000	2083.693	
1840.000	410.082	1340.299	8	1490.269	1840.000	453.074	8	453.074	1840.000	1490.269	
2280.000	486.069	1600.250	8	1750.229	2280.000	529.063	8	529.063	2280.000	1750.229	
2010.000	197.169	624.641	8	772.519	2010.000	240.139	8	240.139	2010.000	772.519	
2720.000	273.122	867.465	8	1020.395	2720.000	316.106	8	316.106	2720.000	1020.395	
2410.000	330.829	1052.990	8	1192.639	2330.000	371.737	8	371.737	2330.000	1192.639	
3540.000	422.961	1302.724	8	1442.460	3060.000	463.882	8	463.882	3060.000	1442.460	
3300.000	332.233	1013.504	8	1153.078	2830.000	373.098	8	373.098	2830.000	1153.078	
2870.000	512.534	1631.913	8	1771.762	2810.000	553.495	8	553.495	2810.000	1771.762	
3560.000	422.968	1302.628	8	1442.367	3040.000	463.882	8	463.882	3040.000	1442.367	
3300.000	332.233	1013.504	8	1153.078	2830.000	373.098	8	373.098	2830.000	1153.078	
2890.000	512.787	1632.789	8	1772.569	2790.000	553.729	8	553.729	2790.000	1772.569	
3410.000	375.092	1153.078	8	1292.745	2940.000	415.984	8	415.984	2940.000	1292.745	
3670.000	469.865	1452.443	8	1592.223	3200.000	510.796	8	510.796	3200.000	1592.223	
3250.000	395.029	1223.098	8	1362.780	2870.000	435.933	8	435.933	2870.000	1362.780	
2910.000	268.517	823.650	8	963.961	2520.000	309.316	8	309.316	2520.000	963.961	
2930.000	530.512	1681.856	8	1831.704	2870.000	571.475	8	571.475	2870.000	1831.704	
2600.000	403.679	1282.454	8	1432.197	2520.000	444.616	8	444.616	2520.000	1432.197	
3280.000	400.639	1245.048	8	1374.570	2860.000	440.490	8	440.490	2860.000	1374.570	
3100.000	332.974	1026.131	8	1165.394	2680.000	372.762	8	372.762	2680.000	1165.394	
2770.000	467.030	1483.650	8	1633.314	2670.000	507.947	8	507.947	2670.000	1633.314	
1970.000	471.364	1592.482	5	1592.482	1970.000	471.364	5	471.364	1970.000	1592.482	
2370.000	329.102	1050.384	8	1190.339	2370.000	372.090	8	372.090	2370.000	1190.339	
2950.000	330.104	1020.216	8	1170.188	2700.000	372.093	8	372.093	2700.000	1170.188	
3060.000	371.093	1150.192	8	1300.170	2820.000	414.083	8	414.083	2820.000	1300.170	
2370.000	329.102	1050.384	8	1190.339							

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

COMBINAZIONE SISMA -STR CON Mmax (STR) SISMA LONGITUDINALE

Mmax=3576.67 kNm

Vmax=1117.36 kN

N= 3960 kN

M=3108.76 kNm

Nmin=-1420 kN

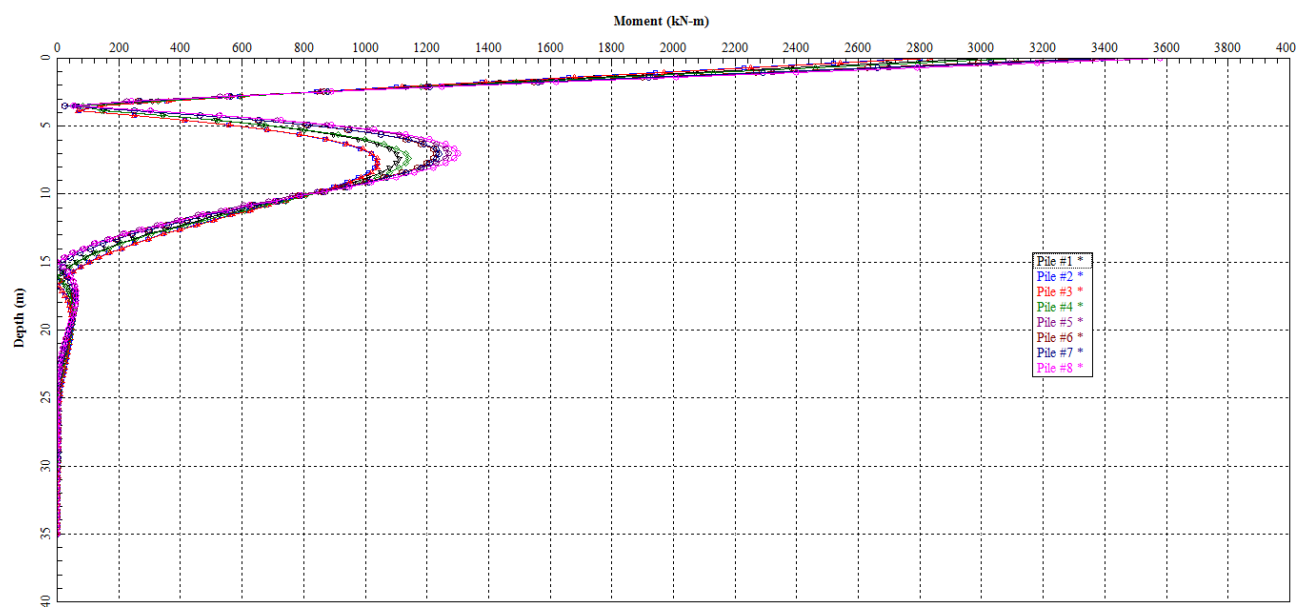


Figura 2 – Momento-profondità comb SISMA

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

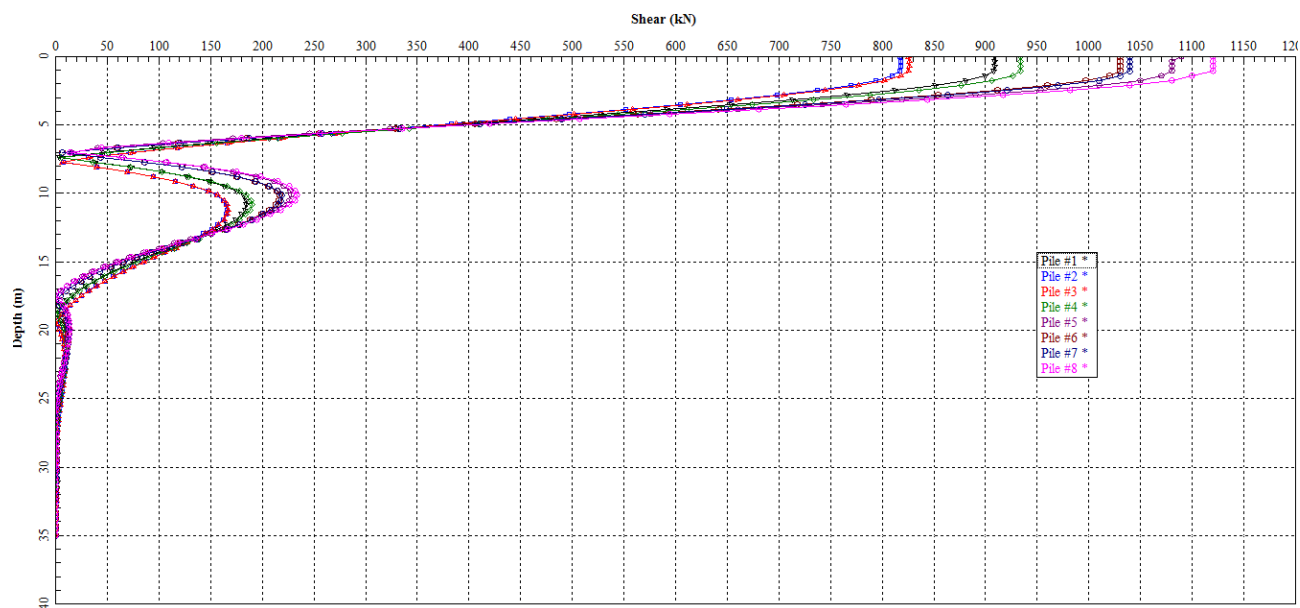


Figura 3 Taglio profondità SISMA

COMBINAZIONE RARA CON Mmax : RAR-gr2a- IIIc (V+, A+,F+)

Mmax=1751.50 kNm

Vmax=117.36kN

Nmax=2850 kN; Nmin=23 kN

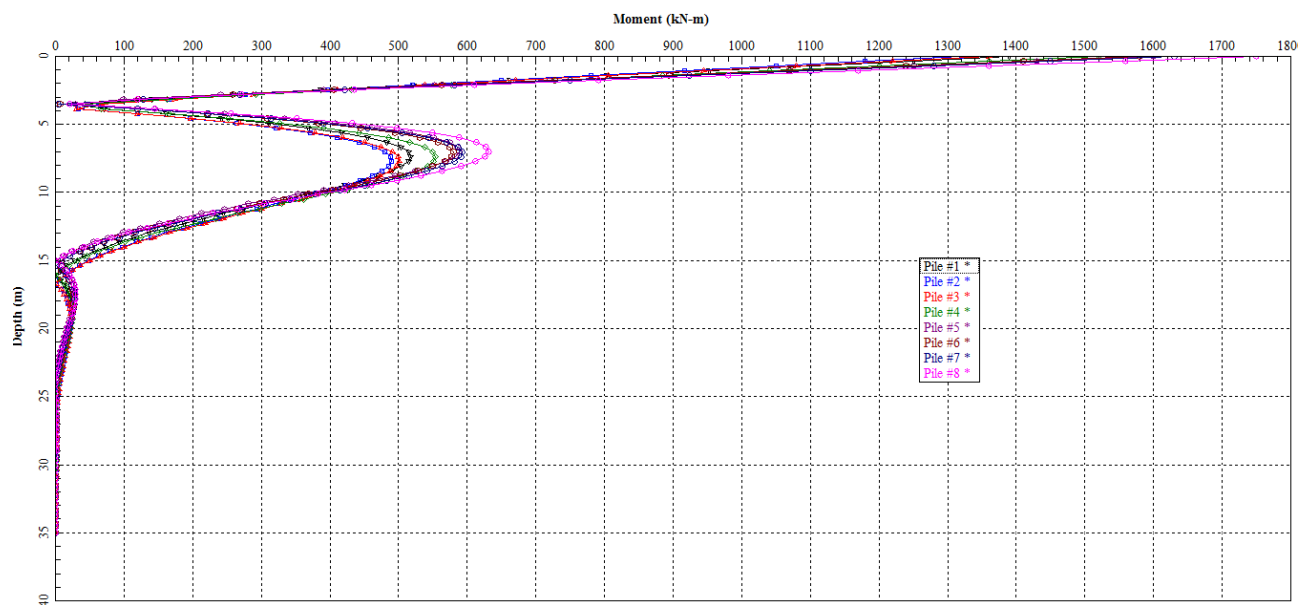


Figura 4 – Momento-profondità comb RARA

COMBINAZIONE FR CON Mmax : FR2b (A+,F+)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$M_{max}=1300.17 \text{ kNm}$

$V_{max}=414.08 \text{ kN}$

$N_{max}=3060 \text{ kN}$; $N_{min} =241 \text{ kN}$

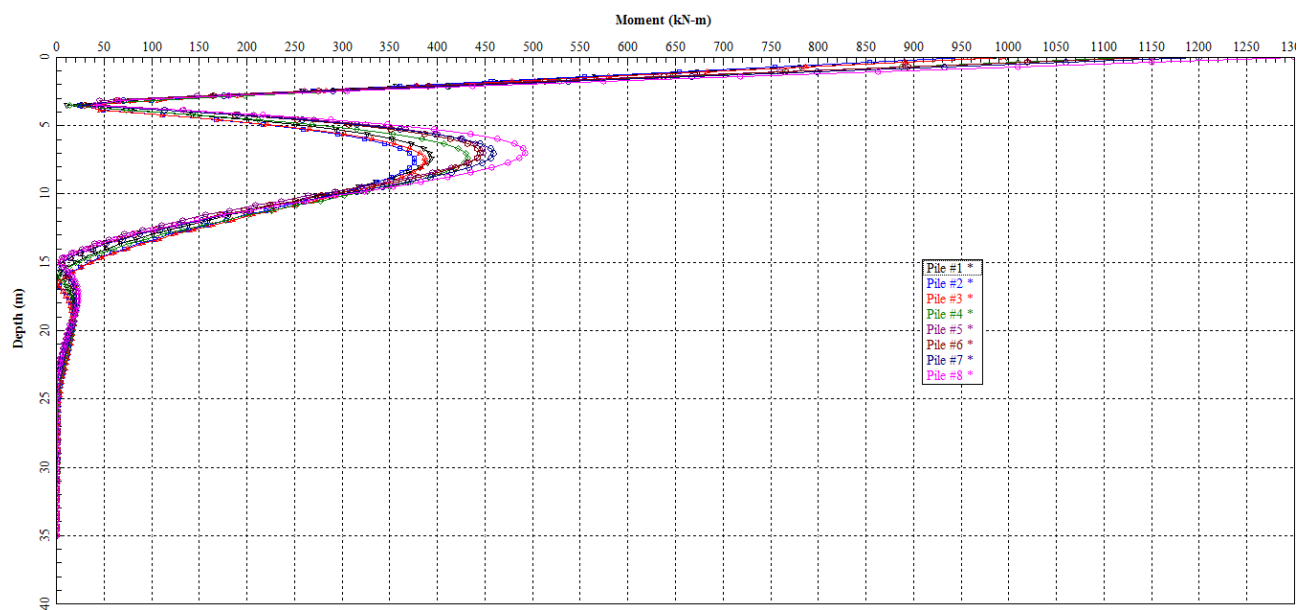


Figura 5 – Momento-profondità comb SLE-Fr

COMBINAZIONE QP

$M_{max}=1190 \text{ kNm}$

$N_{max}=2370 \text{ kN}$

$N_{min} =518\text{kN}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

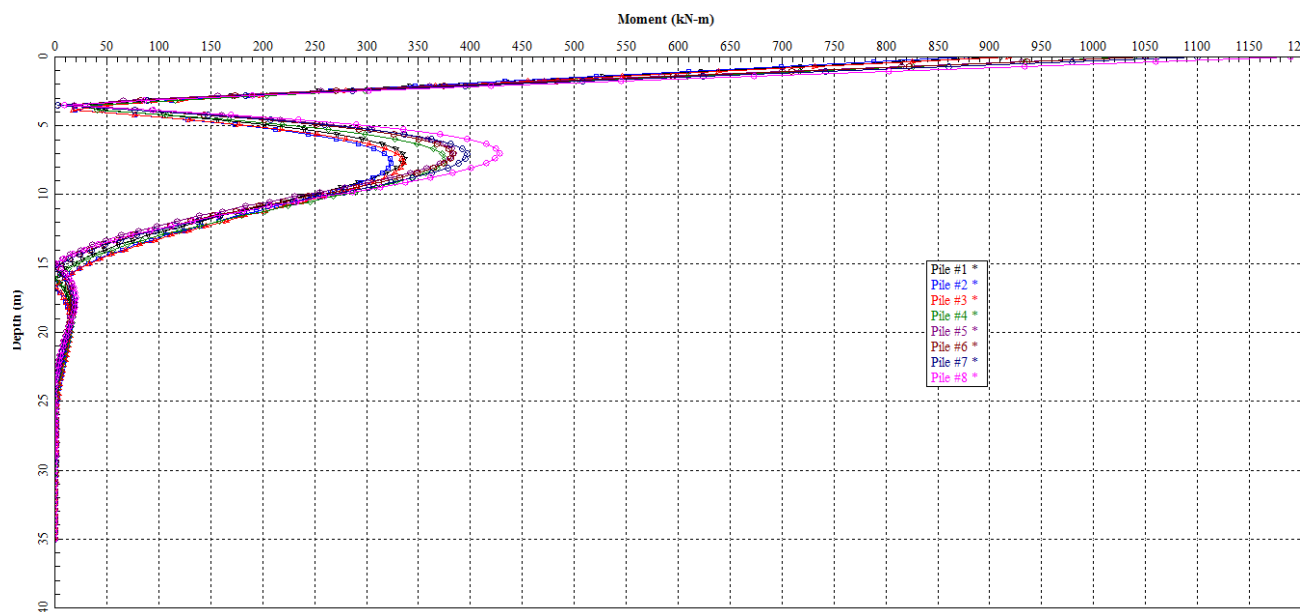


Figura 6 – Momento-profondità comb SLE-Qp

A favore di sicurezza, per le verifiche nella sezione di riduzione dell'armatura (pos 1 e 2), si assumono le seguenti sollecitazioni:

$$M_{SLU} = 1300 \text{ kNm}$$

$$N_{SLU} = -1420 \text{ kN}$$

$$T_{SLU} = 240 \text{ kN}$$

$$M_{RAR} = 650 \text{ kNm}$$

$$N_{RAR} = 23 \text{ kN}$$

$$M_{FR} = 500 \text{ kNm}$$

$$N_{FR} = 241 \text{ kN}$$

$$M_{QP} = 440 \text{ kNm}$$

$$N_{QP} = 518 \text{ kN}$$

A favore di sicurezza, per le verifiche nella sezione di riduzione dell'armatura (pos 2 e 3), si assumono le seguenti sollecitazioni:

$$M_{SLU} = 50 \text{ kNm}$$

$$N_{SLU} = -1420 \text{ kN}$$

PROGETTISTA

PIACENTINI
INGEGNERI
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.
569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E
BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$T_{SLU} = 30 \text{ kN}$$

$$M_{RAR} = 40 \text{ kNm}$$

$$N_{RAR} = 23 \text{ kN}$$

$$M_{FR} = 40 \text{ kNm}$$

$$N_{FR} = 241 \text{ kN}$$

$$M_{QP} = 40 \text{ kNm}$$

$$N_{QP} = 518 \text{ kN}$$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente e per le sollecitazioni di esercizio si determina la massima trazione nel calcestruzzo σ_{ct} , confrontandola con la resistenza caratteristica a trazione per flessione f_{ctk} : se risulta $\sigma_{ct} < f_{ctk}$ la verifica è soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'EC2, come richiesto dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR o QP della normativa vigente sui ponti. La massima apertura ammissibile risulta rispettivamente per le strutture in ambiente aggressivo ed armature poco sensibili:

b.1) combinazione di carico Frequante:

$$w_k \leq w_3 = 0.30 \text{ mm}$$

b.2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_2 = 0.20 \text{ mm}$$

Verifica delle tensioni di esercizio: per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, verificando rispettivamente che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

per la condizione QP si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$;

per la condizione rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.1 PARAGHIAIA

8.1.1 Sezione d'incastro con il fusto

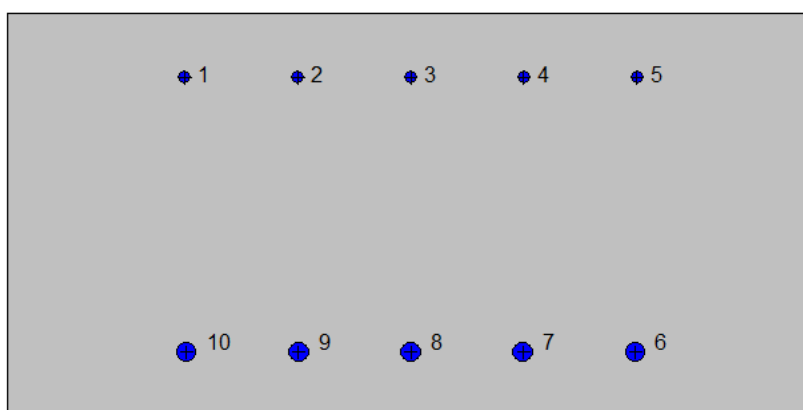
8.1.1.1 Verifiche a presso-flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	50,0
3	100,0	50,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1	21,9	42,2	2,0	no
2	35,9	42,2	2,0	no
3	50,0	42,2	2,0	no
4	64,1	42,2	2,0	no
5	78,1	42,2	2,0	no
6	77,9	8,2	4,5	no
7	63,9	8,2	4,5	no
8	50,0	8,2	4,5	no
9	36,1	8,2	4,5	no
10	22,1	8,2	4,5	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 11 e 12

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

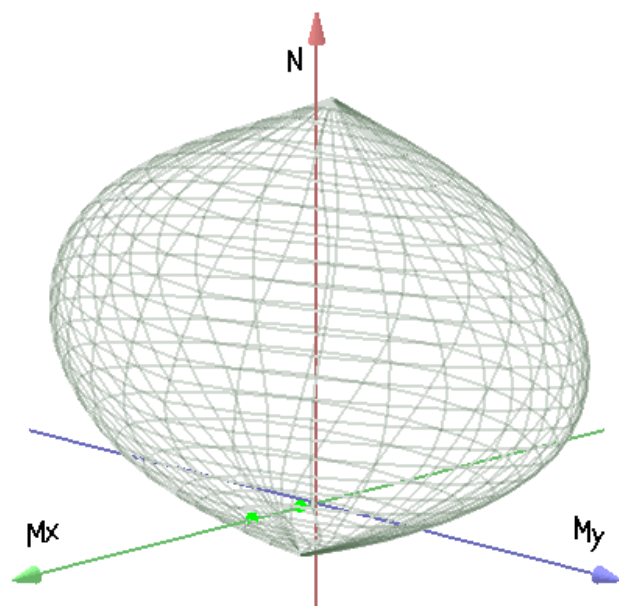
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA


Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1278,5	81,0	0,0	Completamente tesa
10685,2	-81,0	0,0	Completamente compressa
0,0	351,8	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-186,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	523,0	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-523,0	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	40,0	328,8	0,0	P	43,8	359,9	0,0	0,910	OK
				M	8354,9	328,6	0,0	0,000	
				N	40,0	359,2	0,0	0,910	
5	40,0	85,0	0,0	P	181,3	385,1	0,0	0,220	OK
				M	9735,4	84,8	0,0	0,000	
				N	40,0	359,2	0,0	0,240	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	40,0	328,8	0,0	P	43,8	359,9	0,0	0,910	OK
1	40,0	328,8	0,0	M	8354,9	328,6	0,0	0,000	OK
1	40,0	328,8	0,0	N	40,0	359,2	0,0	0,910	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	σa	σa/σaL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	259,9	0,0	40,0	-9684,3	0,49	301081,5	0,84

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	204,9	0,0	40,0	0,30	1,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	39,9	0,0	40,0	-1512,5	0,10	0,00	0,00

8.1.1.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	183,99	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	40	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	43,00	cm
A_{sl}	22,6	cm ²
c	7,00	cm
α	90	gradi

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

α	1,57	rad
θ	40,96	gradi
$\text{ctg}\theta$	1,15	
θ imposto	-	gradi
A_{sw}	0,0	cm^2
passo staffe	0,0	cm
f_{cd}	18,133	N/mm^2
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm^2
f_{yd}	391,304	N/mm^2
σ_{cp}	0,0804	N/mm^2
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	227,551	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

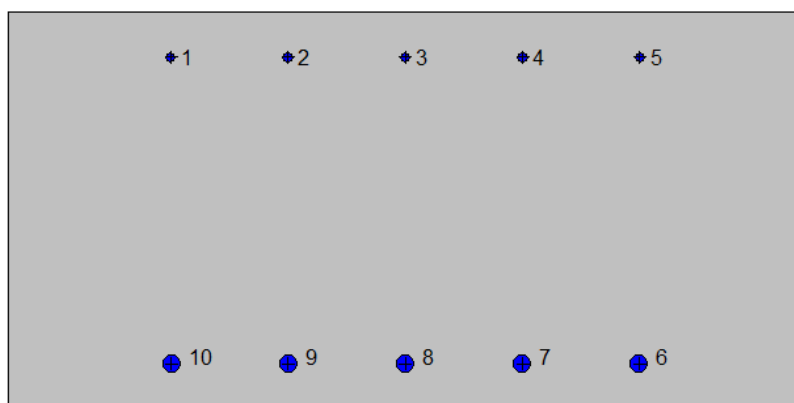
8.1.2 Sezione d'incastro con il risvolto

8.1.2.1 Verifiche a tenso-flessione



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	50,0
3	100,0	50,0
4	100,0	0,0



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,4	44,4	1,1	no
2	35,2	44,4	1,1	no
3	50,0	44,4	1,1	no
4	64,8	44,4	1,1	no
5	79,6	44,4	1,1	no
6	79,5	5,8	3,1	no
7	64,7	5,8	3,1	no
8	50,0	5,8	3,1	no
9	35,3	5,8	3,1	no
10	20,5	5,8	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 20 e 21

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:**Calcestruzzo classe: C32/40**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

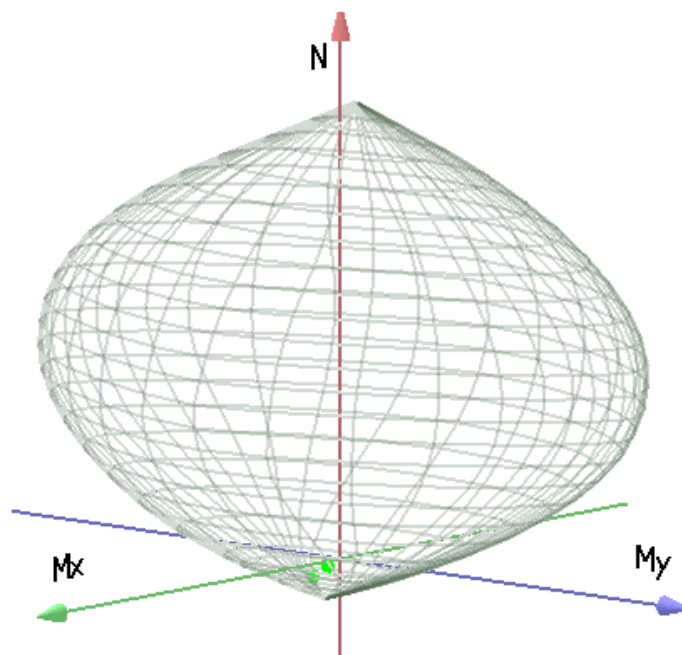
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA


Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-835,9	75,1	0,0	Completamente tesa
10242,6	-75,1	0,0	Completamente compressa
0,0	263,1	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-111,3	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	358,8	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-358,8	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-265,0	135,0	0,0	P	-366,1	186,5	0,0	0,720	OK
				M	-589,6	135,0	0,0	0,450	
				N	-265,0	208,6	0,0	0,650	
5	-120,0	62,1	0,0	P	-362,3	187,4	0,0	0,330	OK
				M	-783,8	62,1	0,0	0,150	
				N	-120,0	238,5	0,0	0,260	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-265,0	135,0	0,0	P	-366,1	186,5	0,0	0,720	OK
1	-265,0	135,0	0,0	M	-589,6	135,0	0,0	0,450	OK
1	-265,0	135,0	0,0	N	-265,0	208,6	0,0	0,650	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	124,2	0,0	-200,0	-4381,7	0,22	260364,4	0,72

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	106,7	0,0	-158,0	0.30	1,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	19,8	0,0	-56,6	-600,9	0,04	0.00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.1.3 Sezione di mezzeria (fibre orizzontali)

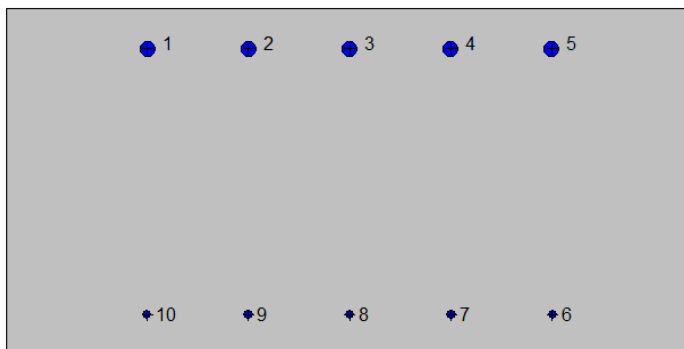
8.1.3.1 Verifiche a tenso-flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	50,0
3	100,0	50,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,5	44,2	3,1	no
2	35,3	44,2	3,1	no
3	50,0	44,2	3,1	no

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4	64,7	44,2	3,1	no
5	79,5	44,2	3,1	no
6	79,6	5,6	1,1	no
7	64,8	5,6	1,1	no
8	50,0	5,6	1,1	no
9	35,2	5,6	1,1	no
10	20,4	5,6	1,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 20 e 21

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

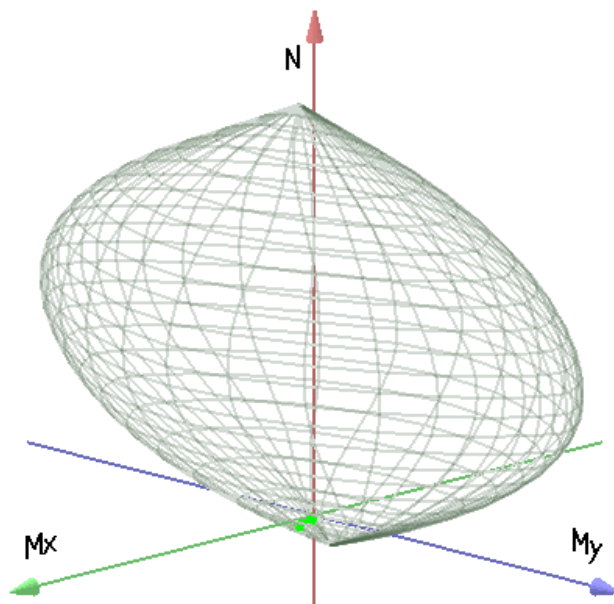
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA


Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-835,9	-75,1	0,0	Completamente tesa
10242,6	75,1	0,0	Completamente compressa
0,0	111,3	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-263,1	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	358,8	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-358,8	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-162,0	69,0	0,0	P	-178,3	75,9	0,0	0,910	OK
				M	-213,1	69,0	0,0	0,760	
				N	-162,0	79,1	0,0	0,870	
5	-70,0	18,5	0,0	P	-240,8	63,5	0,0	0,290	OK
				M	-445,1	18,5	0,0	0,160	
				N	-70,0	97,4	0,0	0,190	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-162,0	69,0	0,0	P	-178,3	75,9	0,0	0,910	OK
1	-162,0	69,0	0,0	M	-213,1	69,0	0,0	0,760	OK
1	-162,0	69,0	0,0	N	-162,0	79,1	0,0	0,870	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	58,6	0,0	-120,0	-3288,7	0,17	357874,0	0,99

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	56,6	0,0	-100,0	0.00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	5,7	0,0	-20,0	-302,4	0,02	0.00	0,00

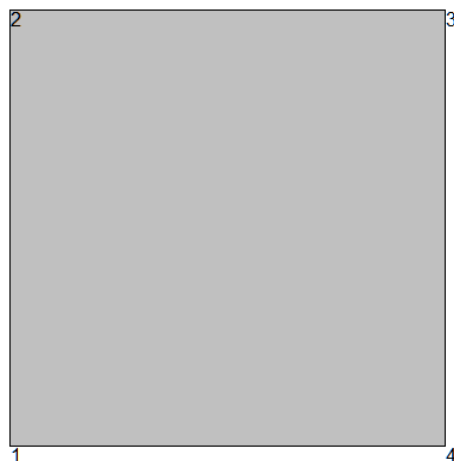
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.2 MURI DI RISVOLTO

8.2.1 Sezione di attacco con la platea (sezione corrente)

8.2.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni

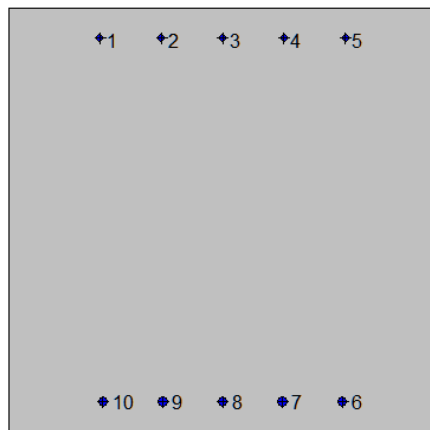


Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	100,0
3	100,0	100,0
4	100,0	0,0

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	21,3	93,1	1,5	no
2	35,6	93,1	1,5	no
3	50,0	93,1	1,5	no
4	64,4	93,1	1,5	no
5	78,7	93,1	1,5	no
6	78,0	8,0	3,1	no
7	64,0	8,0	3,1	no
8	50,0	8,0	3,1	no
9	36,0	8,0	3,1	no
10	22,0	8,0	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 15a e 16a e pos. 15c e 16c

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:**Calcestruzzo classe: C32/40**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

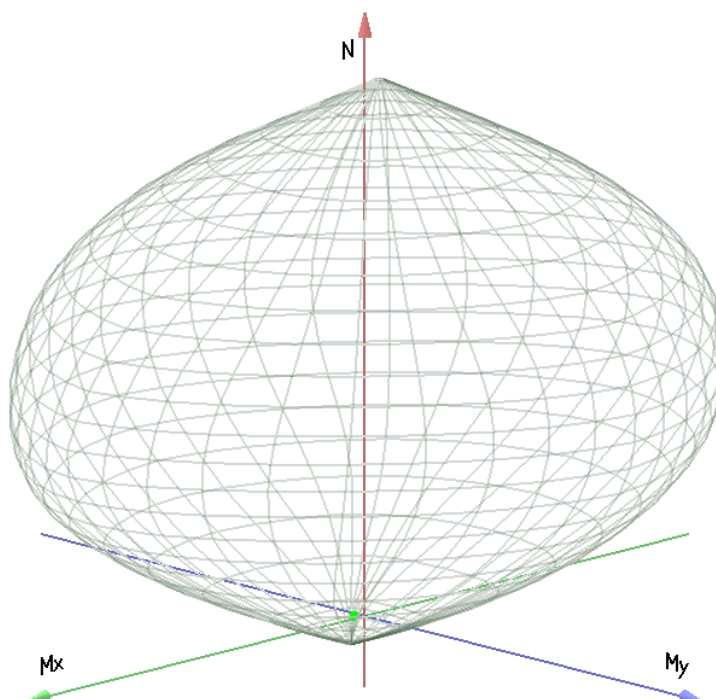
fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-915,8	128,3	0,0	Completamente tesa
19729,2	-128,3	0,0	Completamente compressa
0,0	560,6	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-303,7	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	428,4	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-428,4	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	107,5	494,9	0,0	P	134,8	620,4	0,0	0,800	OK
				M	18042,2	494,2	0,0	0,010	
				N	107,5	608,3	0,0	0,810	
5	107,5	269,4	0,0	P	271,8	681,1	0,0	0,390	OK
				M	18660,7	268,7	0,0	0,010	
				N	107,5	608,3	0,0	0,440	

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	107,5	494,9	0,0	P	134,8	620,4	0,0	0,800	OK
1	107,5	494,9	0,0	M	18042,2	494,2	0,0	0,010	OK
1	107,5	494,9	0,0	N	107,5	608,3	0,0	0,810	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	366,6	0,0	107,5	-4461,5	0,22	238961,6	0,66

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	299,1	0,0	107,5	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	97,0	0,0	107,5	-1166,3	0,08	0,00	0,00

8.2.1.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	233.95	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	107.5	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1.5	

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

fyk	450	N/mm ²
bw	100	cm
d	93.00	cm
Asl	15.7	cm ²
c	7.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	40.92	gradi
ctg θ	1.15	
θ imposto	-	gradi
Asw	0.01	cm ²
passo staffe	0.01	cm
f _{cd}	18.133	N/mm ²
fctd _{0,05}	1.356	N/mm ²
fyd	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.1077	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V _{Rd}	301.647	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.2.2 Sezione di attacco con la platea (sezione a filo orecchia)

Base di calcolo $b=1.5m$

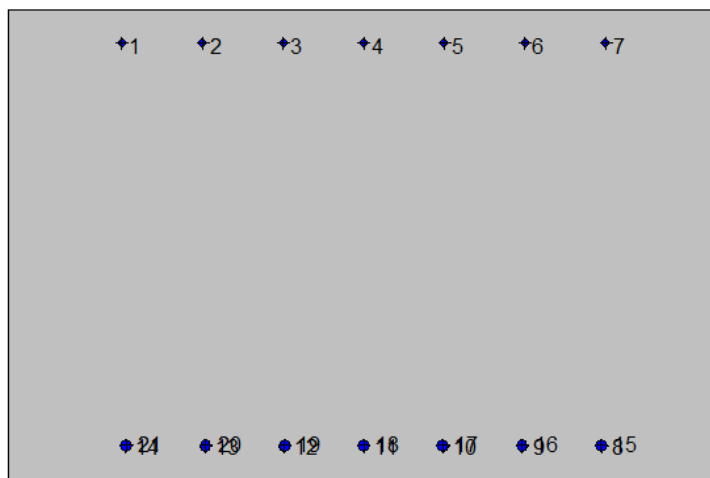
8.2.2.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	100,0
3	150,0	100,0
4	150,0	0,0



Armature:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	23,9	93,1	1,5	no
2	41,0	93,1	1,5	no
3	58,0	93,1	1,5	no
4	75,0	93,1	1,5	no
5	92,0	93,1	1,5	no
6	109,0	93,1	1,5	no
7	126,1	93,1	1,5	no
8	125,3	8,0	3,1	no
9	108,5	8,0	3,1	no
10	91,8	8,0	3,1	no
11	75,0	8,0	3,1	no
12	58,3	8,0	3,1	no
13	41,5	8,0	3,1	no
14	24,8	8,0	3,1	no
15	125,1	8,2	4,5	no
16	108,4	8,2	4,5	no
17	91,7	8,2	4,5	no
18	75,0	8,2	4,5	no
19	58,3	8,2	4,5	no
20	41,6	8,2	4,5	no
21	24,9	8,2	4,5	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 15e 15a 16a e pos. 15c e 16c 15f

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

εuk (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²

E (modulo elastico) = 206000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

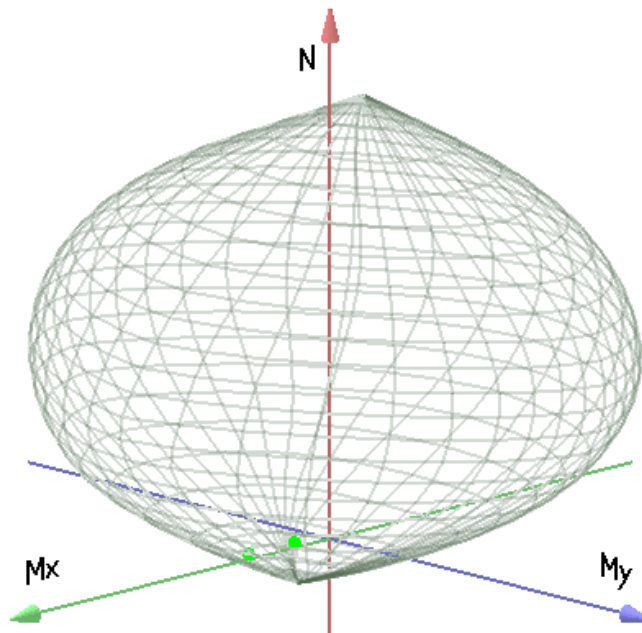
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2521,3	697,7	0,0	Completamente tesa
30741,3	-697,7	0,0	Completamente compressa
0,0	1849,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-437,9	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1543,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1543,9	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	376,3	1732,3	0,0	P	442,5	2037,4	0,0	0,850	OK
				M	24234,0	1731,0	0,0	0,010	
				N	376,3	2009,6	0,0	0,860	
5	376,3	759,4	0,0	P	1153,5	2328,2	0,0	0,330	OK
				M	26879,3	758,1	0,0	0,010	
				N	376,3	2009,6	0,0	0,380	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	376,3	1732,3	0,0	P	442,5	2037,4	0,0	0,850	OK
1	376,3	1732,3	0,0	M	24234,0	1731,0	0,0	0,010	OK
1	376,3	1732,3	0,0	N	376,3	2009,6	0,0	0,860	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	1283,2	0,0	376,3	-7699,4	0,39	255866,2	0,71

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	1047,0	0,0	376,3	0,28	0,94

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	338,4	0,0	376,3	-2114,4	0,14	0,00	0,00

8.2.2.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	818,83	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	376,25	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
bw	150	cm
d	92,00	cm
Asl	31,4	cm ²
c	8,00	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

ctg θ	2,50	
θ imposto	21,80	gradi
Asw	2,82	cm ²
passo staffe	20	cm
f _{cd}	18,133	N/mm ²
fctd _{0,05}	1,356	N/mm ²
f _{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,2514	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V _{Rd}	522,650	kN
V _{Rd,min}	537,136	kN
$\rho_{sw,min}$	0,001006	
s _{l,max}	60,00	cm
A _{sw,min}	9,051	cm ² /s _{l,max}
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
V _{Rcd}	3936,657	kN
V _{Rsd}	1142,181	kN
V _{Rd}	1142,181	kN

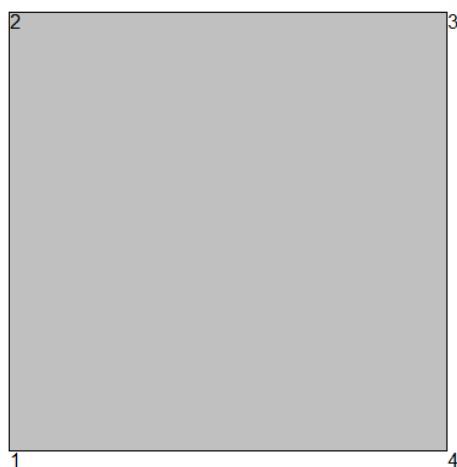
Sarà predisposta armatura a taglio in ragione di 1 ϕ 12/40x20 costituiti dagli spilli ricoprendo un'area di 2x1.5m

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.2.3 Sezione di attacco con il paraghiaia

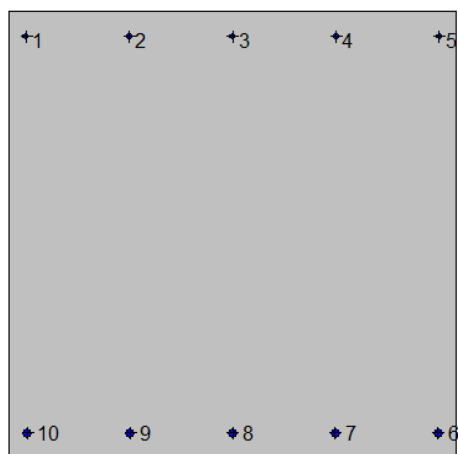
8.2.3.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	100,0
3	100,0	100,0
4	100,0	0,0



OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	3,7	94,4	1,1	no
2	26,9	94,4	1,1	no
3	50,0	94,4	1,1	no
4	73,1	94,4	1,1	no
5	96,3	94,4	1,1	no
6	96,0	6,0	3,1	no
7	73,0	6,0	3,1	no
8	50,0	6,0	3,1	no
9	27,0	6,0	3,1	no
10	4,0	6,0	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 25 e 26

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:**Calcestruzzo classe: C32/40**

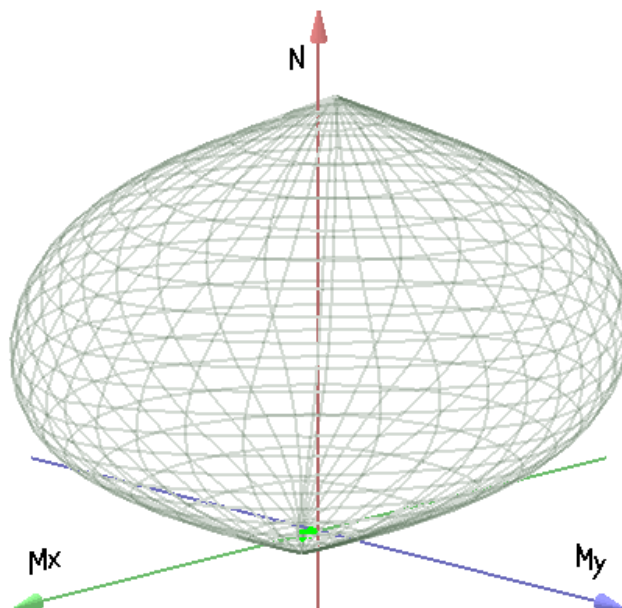
Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 εuk (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-835,9	172,2	0,0	Completamente tesa
19649,3	-172,2	0,0	Completamente compressa
0,0	569,2	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-223,2	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	395,6	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-395,6	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	175,6	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,310	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	569,2	0,0	0,310	
5	0,0	77,1	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,130	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	569,2	0,0	0,130	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	175,6	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,310	OK
1	0,0	175,6	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	175,6	0,0	N	0,0	569,2	0,0	0,310	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	σa	σa/σaL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	136,9	0,0	0,0	-1598,2	0,08	99118,7	0,28

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0,30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	117,9	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $σcL = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $σc/σcL < 1$)

Fessure: $WkL = 0,20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	21,0	0,0	0,0	-245,2	0,02	0,00	0,00

8.2.3.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	245	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
bw	100	cm
d	93,00	cm
Asl	15,7	cm ²
c	5,00	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	41,07	gradi
$ctg\theta$	1,15	
θ imposto	-	gradi
Asw	0,00	cm ²
passo staffe	0,00	cm

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

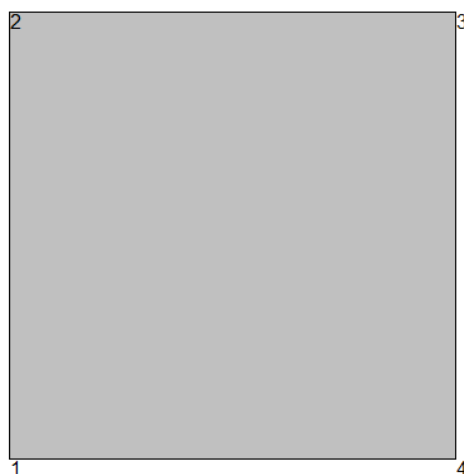
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	286,627	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.2.4 Orecchia

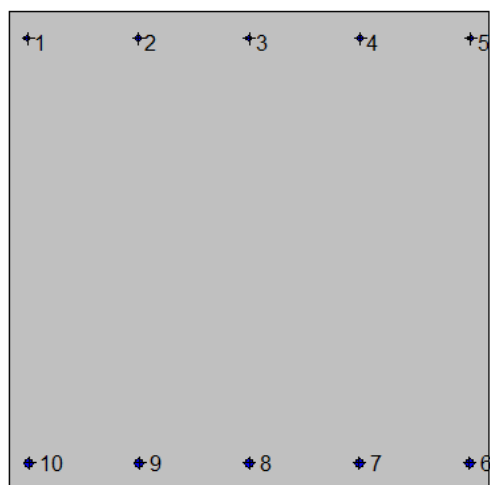
8.2.4.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	100,0
3	100,0	100,0
4	100,0	0,0



Armature:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	3,7	94,4	1,1	no
2	26,9	94,4	1,1	no
3	50,0	94,4	1,1	no
4	73,1	94,4	1,1	no
5	96,3	94,4	1,1	no
6	96,0	6,0	3,1	no
7	73,0	6,0	3,1	no
8	50,0	6,0	3,1	no
9	27,0	6,0	3,1	no
10	4,0	6,0	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 25 e 26

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

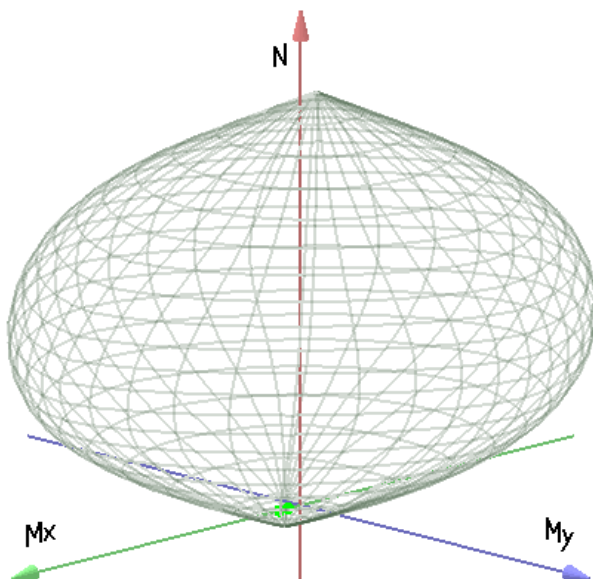
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 εuk (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA


Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-835,9	172,2	0,0	Completamente tesa
19649,3	-172,2	0,0	Completamente compressa
0,0	569,2	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-223,2	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	395,6	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-395,6	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	236,2	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,410	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	569,2	0,0	0,410	
5	0,0	134,4	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,240	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	569,2	0,0	0,240	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	236,2	0,0	P	0,0	569,2	0,0	0,410	OK
1	0,0	236,2	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	236,2	0,0	N	0,0	569,2	0,0	0,410	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	σa	σa/σaL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	175,0	0,0	0,0	-2042,5	0,10	126675,0	0,35

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	155,7	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	98,0	0,0	0,0	-1144,5	0,08	0,00	0,00

8.2.4.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	151,2	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	100	cm
d	94,00	cm
A_{sl}	15,7	cm ²
c	6,00	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	41,07	gradi
$ctg\theta$	1,15	

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

θ imposto	-	gradi
Asw	0,0	cm ²
passo staffe	0,0	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	288,190	kN

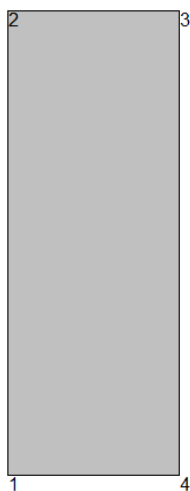
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.3 FUSTO

8.3.1 Sezione d'incastro con la fondazione (mensola verticale)

8.3.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni

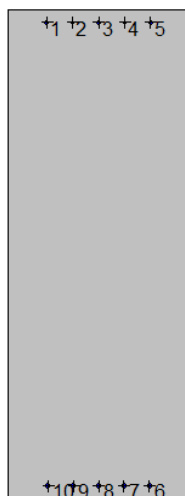


Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	270,0
3	100,0	270,0
4	100,0	0,0

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	21,3	263,0	2,0	no
2	35,7	263,0	2,0	no
3	50,0	263,0	2,0	no
4	64,3	263,0	2,0	no
5	78,7	263,0	2,0	no
6	78,0	8,0	4,5	no
7	64,0	8,0	4,5	no
8	50,0	8,0	4,5	no
9	36,0	8,0	4,5	no
10	22,0	8,0	4,5	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 11 e 13

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:**Calcestruzzo classe: C32/40**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

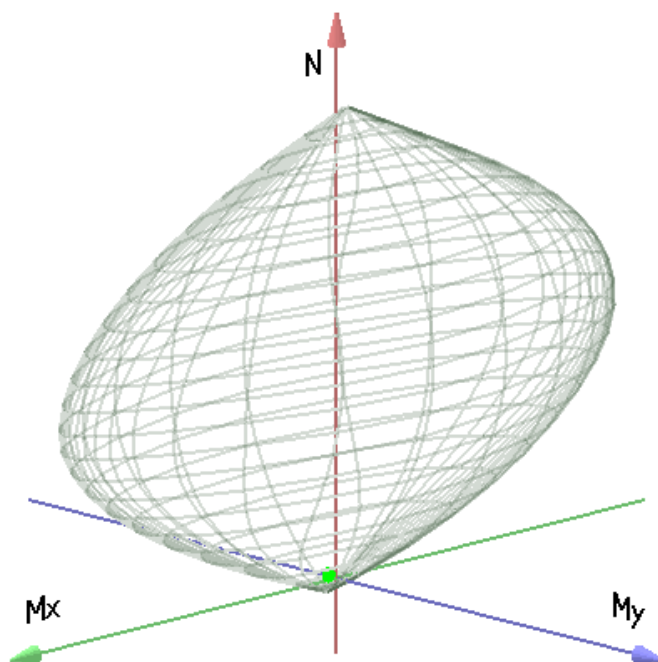
f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1278,5	620,6	0,0	Completamente tesa
52074,5	-620,6	0,0	Completamente compressa
0,0	2299,1	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1053,5	0,0	Fibre superiori tese
n.d.	n.d.	n.d.	Fibre di sinistra tese
n.d.	n.d.	n.d.	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	704,6	552,7	0,0	P	23315,2	18287,0	0,0	0,030	OK
				M	50937,9	549,2	0,0	0,010	
				N	704,6	3203,3	0,0	0,170	
5	458,3	561,0	0,0	P	11139,1	13634,5	0,0	0,040	OK
				M	50929,6	557,5	0,0	0,010	
				N	458,3	2888,5	0,0	0,190	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
5	458,3	561,0	0,0	P	11139,1	13634,5	0,0	0,040	OK
1	704,6	552,7	0,0	M	50937,9	549,2	0,0	0,010	OK
5	458,3	561,0	0,0	N	458,3	2888,5	0,0	0,190	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	410,4	0,0	550,7	-573,3	0,03	-8285,1	0,02

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	325,9	0,0	348,6	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	132,3	0,0	348,6	-233,7	0,02	0,00	0,00

8.3.1.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo

V_{sdu}	422,42	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	458,3	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
bw	100	cm

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

d	261,80	cm
Asl	22,6	cm ²
c	8,20	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	40,84	gradi
ctg θ	1,16	
θ imposto	-	gradi
Asw	0,0	cm ²
passo staffe	0,0	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd0,05}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,1699	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	629,355	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.4 PLATEA DI FONDAZIONE

8.4.1 Verifica a punzonamento

Data la distribuzione dei pali nella fondazione e la presenza di elementi verticali quali fusto e muri di risvolto, il meccanismo di punzonamento della fondazione può essere attivato dai soli pali n.10-11.

Si esegue la verifica a punzonamento sul palo n°10:

8.4.1.1 Combinazione allo SLU

Carico punzonante	$N_{ed} =$	2050	kN
Sollecitazione flessionale dir. Y	$M_{edy} =$	0	kNm
Sollecitazione flessionale dir. Z	$M_{edz} =$	0	kNm
R_{ck} utilizzato	$R_{ck} =$	30	N/mm ²
f_{ck} utilizzato	$f_{ck} =$	25	N/mm ²
Lato maggiore pilastro dir y	$c_1 =$	120	cm
Lato minore pilastro dir z	$c_2 =$	120	cm
Perimetro a filo	$u_0 =$	360.00	cm
Perimetro a 2d	$u_1 =$	844.0	cm
Perimetro imposto	$u =$	844	cm
Altezza utile	$d =$	170	cm
Area barra in dir. y	$A_{sx} =$	4.52	cm ²
Passo armatura in dir. y	$i_y =$	15	cm
Rapporto geometrico d'armatura γ	$\gamma_y =$	0.0017725	≤ 0.02
Area barra in dir. Z	$A_{sz} =$	4.52	cm ²
Passo armatura in dir. Z	$i_z =$	15	cm

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

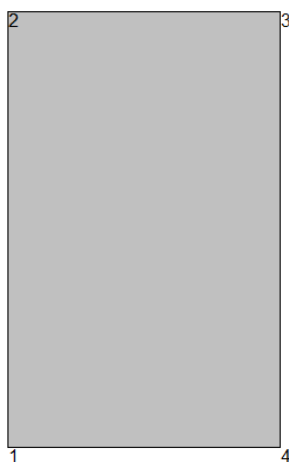
Rapporto geometrico d'armatura γ	$\gamma_z =$	0.0017725	≤ 0.02
Rapporto ideale d'armatura γ	$\gamma =$	0.0017725	≤ 0.02
VERIFICA A FILO PALO			
coeff. riduttivo β	$\beta =$	1.40	
coeff. riduttivo β - imposto	$\beta =$	1.40	
Tensione di punzonamento a filo	$V_{Ed} =$	0.47	N/mm ²
coefficiente v	$v =$	0.63	
Valore di resistenza a taglio-punzonamento ($0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$)	$V_{Rd,max} =$	4.46	N/mm ²
$V_{ed} < V_{Rd,max}$		ok	
VERIFICA LUNGO IL PERIMETRO DI VERIFICA A DISTANZA 2d			
Tensione di punzonamento a 2d	$V_{Ed} =$	0.20	N/mm ²
Valore di resistenza a taglio-punzonamento	$V_{Rdc} =$	0.26	N/mm ² \geq
$V_{ed} < V_{Rdc}$		ok	

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.4.2 Sezione d'incastro con il risvolto (sezione corrente)

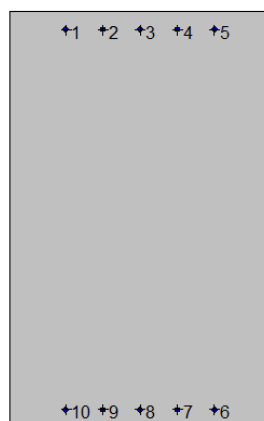
8.4.2.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Tenso-Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	160,0
3	100,0	160,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	21,3	153,0	3,1	no
2	35,7	153,0	3,1	no

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

3	50,0	153,0	3,1	no
4	64,3	153,0	3,1	no
5	78,7	153,0	3,1	no
6	78,7	7,0	3,1	no
7	64,3	7,0	3,1	no
8	50,0	7,0	3,1	no
9	35,7	7,0	3,1	no
10	21,3	7,0	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 8 e 2

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

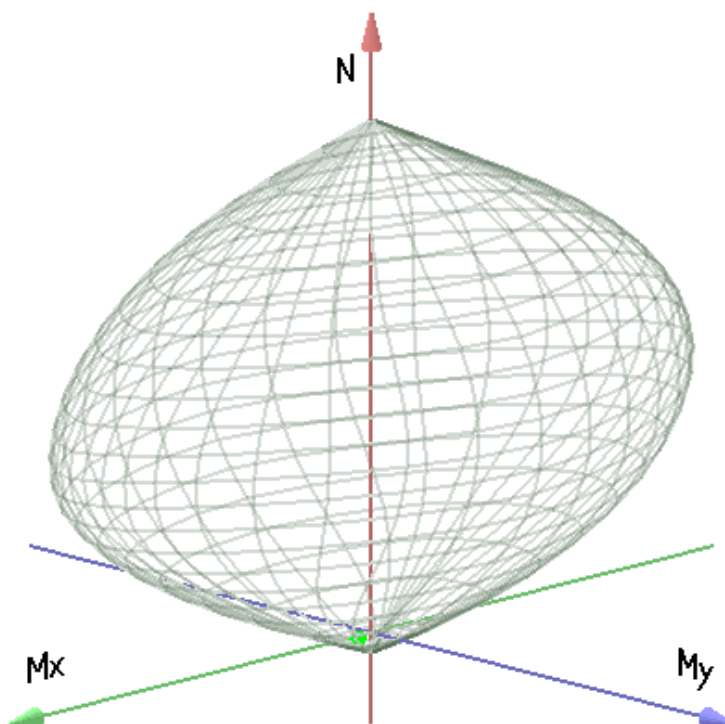
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA


Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1229,3	0,0	0,0	Completamente tesa
31330,7	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	937,6	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-937,6	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	588,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-588,9	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-234,0	494,9	0,0	P	-328,4	694,8	0,0	0,710	OK
				M	-597,0	495,0	0,0	0,390	
				N	-234,0	764,6	0,0	0,650	
5	-122,5	269,4	0,0	P	-319,0	701,7	0,0	0,380	OK
				M	-888,5	269,4	0,0	0,140	
				N	-122,5	847,1	0,0	0,320	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	-234,0	494,9	0,0	P	-328,4	694,8	0,0	0,710	OK
1	-234,0	494,9	0,0	M	-597,0	495,0	0,0	0,390	OK
1	-234,0	494,9	0,0	N	-234,0	764,6	0,0	0,650	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	366,6	0,0	-173,3	-1709,7	0,09	214082,4	0,59

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	299,1	0,0	-146,8	0.00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

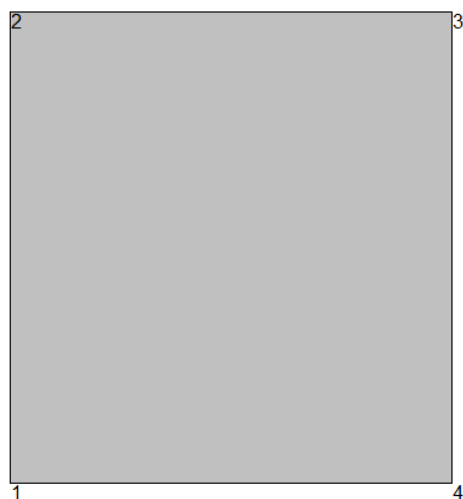
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	96,7	0,0	-67,5	-407,3	0,03	0.00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.4.3 Sezione d'incastro con il risvolto (sezione a filo orecchia)

8.4.3.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Tenso-Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni

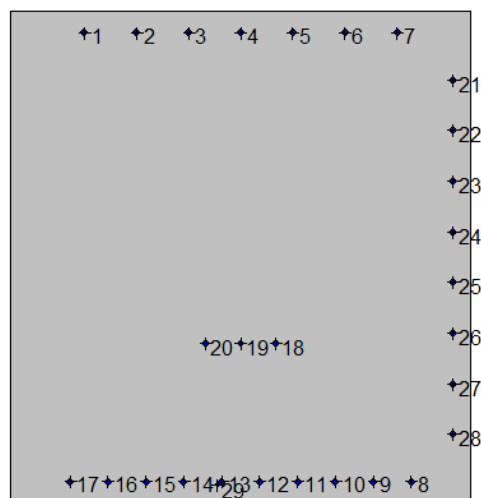


Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	160,0
3	150,0	160,0
4	150,0	0,0

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	24,0	153,0	3,1	no
2	41,0	153,0	3,1	no
3	58,0	153,0	3,1	no
4	75,0	153,0	3,1	no
5	92,0	153,0	3,1	no
6	109,0	153,0	3,1	no
7	126,0	153,0	3,1	no
8	130,6	7,0	3,1	no
9	118,3	7,0	3,1	no
10	105,9	7,0	3,1	no
11	93,5	7,0	3,1	no
12	81,2	7,0	3,1	no
13	68,8	7,0	3,1	no
14	56,5	7,0	3,1	no
15	44,1	7,0	3,1	no
16	31,7	7,0	3,1	no
17	19,4	7,0	3,1	no
18	86,6	51,8	2,0	no
19	75,0	51,8	2,0	no
20	63,4	51,8	2,0	no
21	144,2	137,7	2,0	no
22	144,2	121,2	2,0	no
23	144,2	104,7	2,0	no
24	144,2	88,2	2,0	no
25	144,2	71,8	2,0	no
26	144,2	55,3	2,0	no
27	144,2	38,8	2,0	no
28	144,2	22,3	2,0	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 2, 6, 8 e 10

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

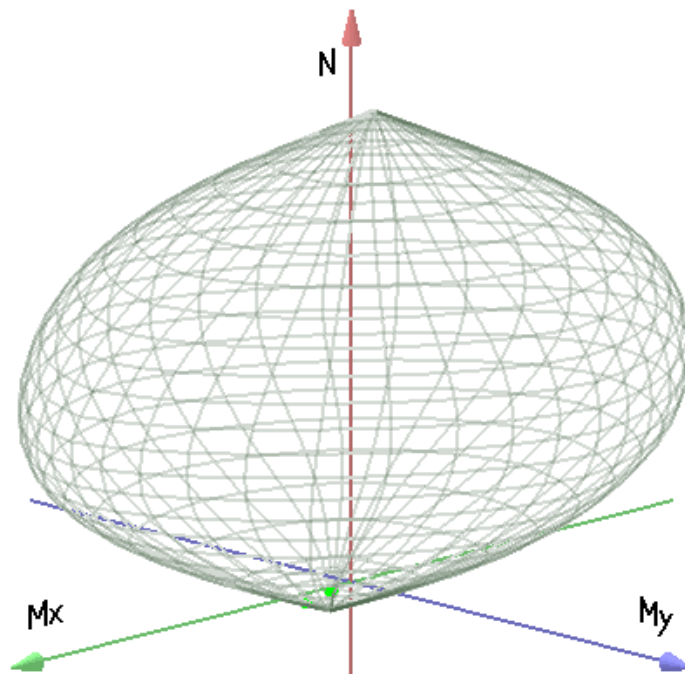
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u	M_{xu}	M_{yu}	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2999,5	368,6	-432,2	Completamente tesa
48151,5	-368,6	432,2	Completamente compressa
0,0	2610,6	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1875,5	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1679,2	Fibre di sinistra tese

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

0,0 0,0 -2509,4 Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-818,8	1732,3	0,0	P	-915,6	1937,1	0,0	0,890	OK
				M	-1189,2	1733,9	0,0	0,690	
				N	-818,8	2008,8	0,0	0,860	
5	-366,7	759,4	0,0	P	-930,1	1926,3	0,0	0,390	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	-366,7	2342,3	0,0	0,320	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-818,8	1732,3	0,0	P	-915,6	1937,1	0,0	0,890	OK
1	-818,8	1732,3	0,0	M	-1189,2	1733,9	0,0	0,690	OK
1	-818,8	1732,3	0,0	N	-818,8	2008,8	0,0	0,860	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	σ_a kN/mq	σ_a/σ_{aL}
n. e stato							
2 OK	1283,2	0,0	-606,5	-4694,2	0,24	314071,5	0,87

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato					
3 OK	1047,0	0,0	-606,5	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

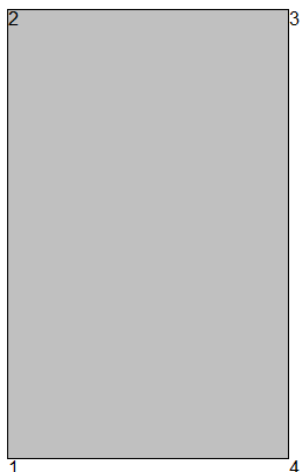
Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato							
4 OK	338,4	0,0	-236,1	-1264,1	0,08	0,00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.4.4 Sezione d'incastro con il fusto (sbalzo posteriore)

8.4.4.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Flessione

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	160,0
3	100,0	160,0
4	100,0	0,0

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,7	154,0	3,1	no
2	35,3	154,0	3,1	no
3	50,0	154,0	3,1	no
4	64,7	154,0	3,1	no
5	79,3	154,0	3,1	no
6	79,3	6,0	3,1	no
7	64,7	6,0	3,1	no
8	50,0	6,0	3,1	no
9	35,3	6,0	3,1	no
10	20,7	6,0	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 7 e 1

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:**Calcestruzzo classe: C32/40**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 εuk (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

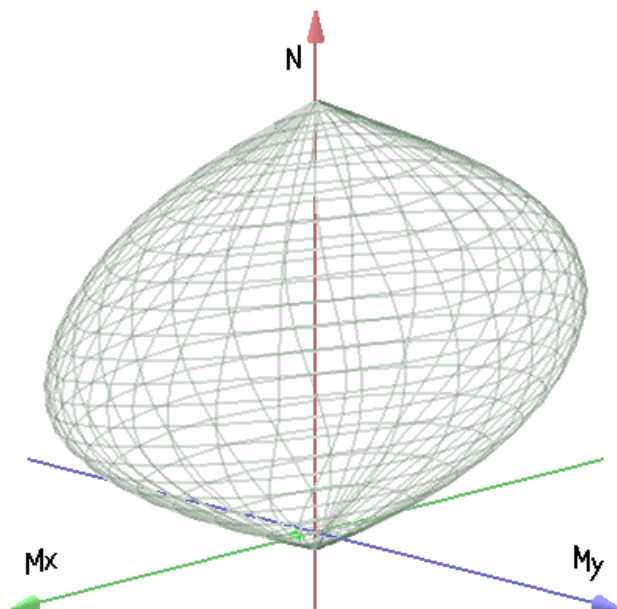
OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1229,3	0,0	0,0	Completamente tesa
31330,7	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	940,0	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-940,0	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	588,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-588,9	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	552,7	0,0	P	0,0	940,0	0,0	0,590	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	940,0	0,0	0,590	
5	0,0	561,0	0,0	P	0,0	940,0	0,0	0,600	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	940,0	0,0	0,600	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
5	0,0	561,0	0,0	P	0,0	940,0	0,0	0,600	OK
1	0,0	552,7	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
5	0,0	561,0	0,0	N	0,0	940,0	0,0	0,600	OK

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	410,4	0,0	0,0	-2103,1	0,11	178329,6	0,50

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	325,9	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
4 OK	132,3	0,0	0,0	-677,9	0,05	0,00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.5 PALI DI FONDAZIONE

Le verifiche strutturali a pressoflessione dei pali vengono svolte col seguente procedimento:

Per le verifiche della testa del palo si utilizzano i seguenti dati:

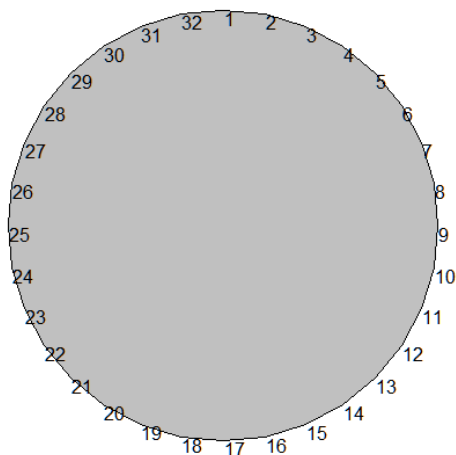
Diametro palo	$\phi_p =$	120	cm	
Area palo	$A_p =$	$\pi * \phi_p^2 / 4 =$	11309.7	cm ²
Armatura corrente del palo	$A_a =$	44 Φ 26	233.2	cm ² >0.3% A_p
Copriferro	$c =$	100.00	mm	

Le verifiche riportate nel seguito sono state svolte nella sezione posta in corrispondenza della testa del palo, laddove si trovano i valori più significativi delle sollecitazioni.

Sono di seguito riportate le verifiche in corrispondenza delle riduzioni d'armatura.

8.5.1.1 Verifica per presso-flessione testa palo

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

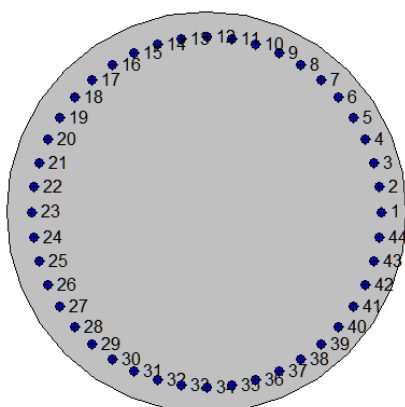
Vert.	X	Y
n.	cm	cm

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P.

569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

1	60,0	120,0
2	71,7	118,8
3	83,0	115,4
4	93,3	109,9
5	102,4	102,4
6	109,9	93,3
7	115,4	83,0
8	118,8	71,7
9	120,0	60,0
10	118,8	48,3
11	115,4	37,0
12	109,9	26,7
13	102,4	17,6
14	93,3	10,1
15	83,0	4,6
16	71,7	1,2
17	60,0	0,0
18	48,3	1,2
19	37,0	4,6
20	26,7	10,1
21	17,6	17,6
22	10,1	26,7
23	4,6	37,0
24	1,2	48,3
25	0,0	60,0
26	1,2	71,7
27	4,6	83,0
28	10,1	93,3
29	17,6	102,4
30	26,7	109,9
31	37,0	115,4
32	48,3	118,8

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	112,5	60,0	5,3	no
2	112,0	67,5	5,3	no
3	110,4	74,8	5,3	no

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

4	107,8	81,8	5,3	no
5	104,2	88,4	5,3	no
6	99,7	94,4	5,3	no
7	94,4	99,7	5,3	no
8	88,4	104,2	5,3	no
9	81,8	107,8	5,3	no
10	74,8	110,4	5,3	no
11	67,5	112,0	5,3	no
12	60,0	112,5	5,3	no
13	52,5	112,0	5,3	no
14	45,2	110,4	5,3	no
15	38,2	107,8	5,3	no
16	31,6	104,2	5,3	no
17	25,6	99,7	5,3	no
18	20,3	94,4	5,3	no
19	15,8	88,4	5,3	no
20	12,2	81,8	5,3	no
21	9,6	74,8	5,3	no
22	8,0	67,5	5,3	no
23	7,5	60,0	5,3	no
24	8,0	52,5	5,3	no
25	9,6	45,2	5,3	no
26	12,2	38,2	5,3	no
27	15,8	31,6	5,3	no
28	20,3	25,6	5,3	no
29	25,6	20,3	5,3	no
30	31,6	15,8	5,3	no
31	38,2	12,2	5,3	no
32	45,2	9,6	5,3	no
33	52,5	8,0	5,3	no
34	60,0	7,5	5,3	no
35	67,5	8,0	5,3	no
36	74,8	9,6	5,3	no
37	81,8	12,2	5,3	no
38	88,4	15,8	5,3	no
39	94,4	20,3	5,3	no
40	99,7	25,6	5,3	no
41	104,2	31,6	5,3	no
42	107,8	38,2	5,3	no
43	110,4	45,2	5,3	no
44	112,0	52,5	5,3	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 1

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²

fctm (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²

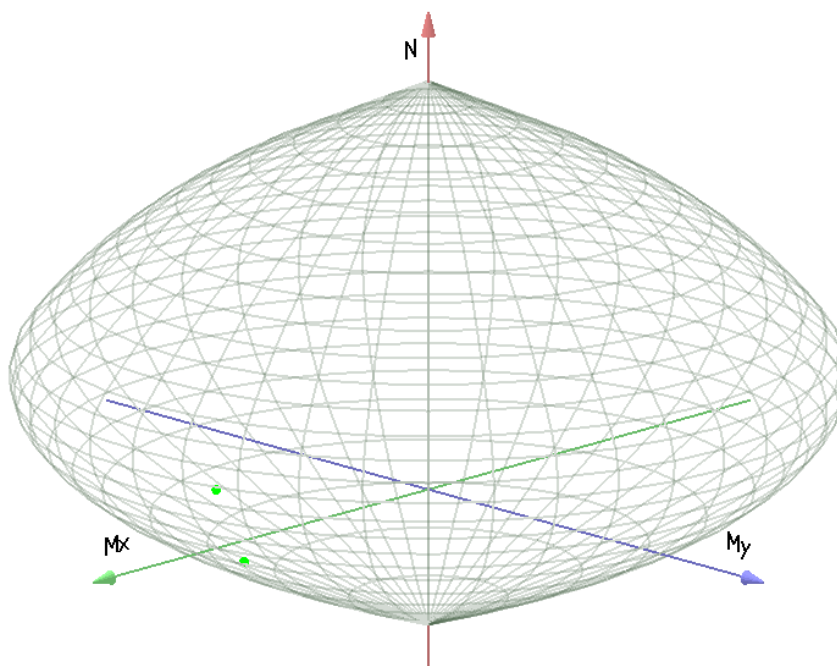
E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²

ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u	M_{xu}	M_{yu}	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-9141,2	0,0	0,0	Completamente tesa
27608,1	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	3903,4	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-3903,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	3903,4	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-3903,4	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	3960,0	3576,7	0,0	P	5422,7	4897,7	0,0	0,730	OK
				M	17166,3	3577,5	0,0	0,230	
				N	3960,0	4734,5	0,0	0,750	
2	-1420,0	3108,8	0,0	P	-1562,2	3420,1	0,0	0,910	OK
				M	-2453,5	3108,1	0,0	0,580	
				N	-1420,0	3468,3	0,0	0,900	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
2	-1420,0	3108,8	0,0	P	-1562,2	3420,1	0,0	0,910	OK
2	-1420,0	3108,8	0,0	M	-2453,5	3108,1	0,0	0,580	OK
2	-1420,0	3108,8	0,0	N	-1420,0	3468,3	0,0	0,900	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 17400,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	σ_a kN/mq	σ_a/σ_{aL}
n. e stato							
3 OK	1751,5	0,0	23,0	-9972,3	0,57	246608,2	0,69

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato					
4 OK	1300,2	0,0	241,0	0,23	0,56

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato							
5 OK	1190,0	0,0	518,0	-6958,1	0,53	0,18	0,59

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.5.1.2 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo - testa palo

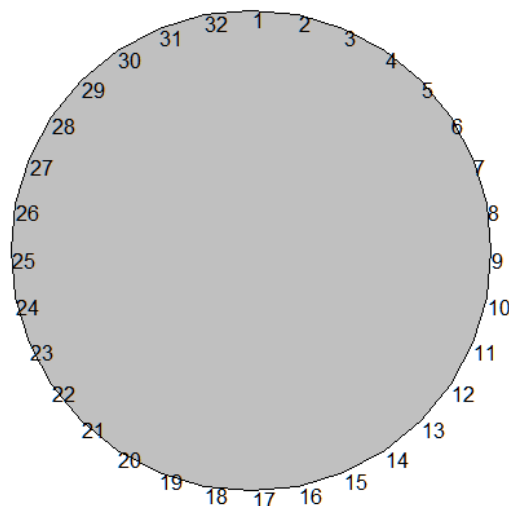
V_{sdu}	1117.36	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	3960	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
Φ	120	cm
bw	108.00	cm
h_e	74.88	cm
d	67.38	cm
A_{sl}	233.2	cm ²
c	7.50	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	23.98	gradi
$ctg\theta$	2.25	
$\theta_{imposto}$	-	gradi
A_{sw}	2.26	cm ²
passo staffe	5	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd,0.05}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	4.9686	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	825.694	kN
$V_{Rd,min}$	605.126	kN
$\rho_{sw,min}$	0.000941	
$s_{l,max}$	50.53	cm
$A_{sw,min}$	5.134	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	2411.424	kN
V_{Rsd}	2411.424	kN
V_{Rd}	2411.424	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.5.1.3 Verifica per presso-flessione- riduzione armatura pos 1-2

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



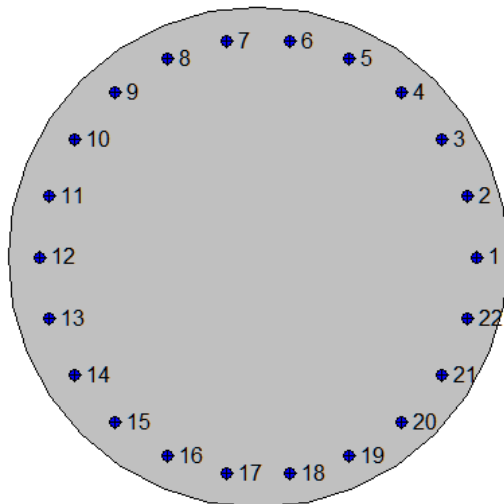
Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	60,0	120,0
2	71,7	118,8
3	83,0	115,4
4	93,3	109,9
5	102,4	102,4
6	109,9	93,3
7	115,4	83,0
8	118,8	71,7
9	120,0	60,0
10	118,8	48,3
11	115,4	37,0
12	109,9	26,7
13	102,4	17,6
14	93,3	10,1
15	83,0	4,6
16	71,7	1,2
17	60,0	0,0
18	48,3	1,2
19	37,0	4,6
20	26,7	10,1
21	17,6	17,6
22	10,1	26,7
23	4,6	37,0
24	1,2	48,3
25	0,0	60,0
26	1,2	71,7
27	4,6	83,0
28	10,1	93,3
29	17,6	102,4
30	26,7	109,9

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

31	37,0	115,4
32	48,3	118,8

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	112,5	60,0	5,3	no
2	110,4	74,8	5,3	no
3	104,2	88,4	5,3	no
4	94,4	99,7	5,3	no
5	81,8	107,8	5,3	no
6	67,5	112,0	5,3	no
7	52,5	112,0	5,3	no
8	38,2	107,8	5,3	no
9	25,6	99,7	5,3	no
10	15,8	88,4	5,3	no
11	9,6	74,8	5,3	no
12	7,5	60,0	5,3	no
13	9,6	45,2	5,3	no
14	15,8	31,6	5,3	no
15	25,6	20,3	5,3	no
16	38,2	12,2	5,3	no
17	52,5	8,0	5,3	no
18	67,5	8,0	5,3	no
19	81,8	12,2	5,3	no
20	94,4	20,3	5,3	no
21	104,2	31,6	5,3	no
22	110,4	45,2	5,3	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 2

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

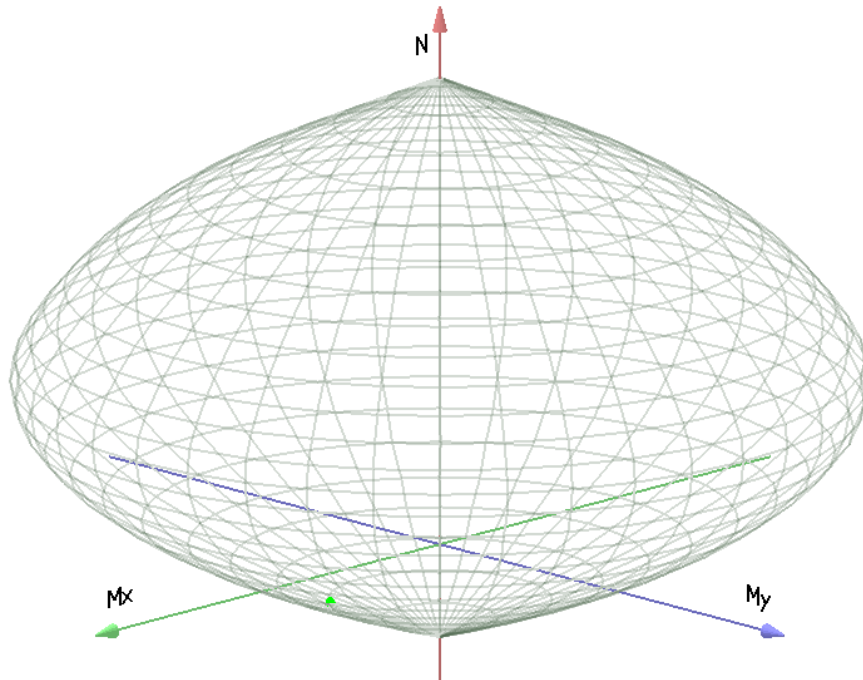
Materiali:**Calcestruzzo classe: C28/35**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

**Caratteristiche limite della sezione:**

N_u	M_{xu}	M_{yu}	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-4570,6	0,0	0,0	Completamente tesa
23037,5	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	2112,5	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-2112,5	0,0	Fibre superiori tese

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

0,0	0,0	2113,8	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-2113,8	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-1420,0	1300,0	0,0	P	-1604,2	1468,7	0,0	0,880	OK
				M	-1975,3	1300,7	0,0	0,720	
				N	-1420,0	1550,8	0,0	0,840	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-1420,0	1300,0	0,0	P	-1604,2	1468,7	0,0	0,880	OK
1	-1420,0	1300,0	0,0	M	-1975,3	1300,7	0,0	0,720	OK
1	-1420,0	1300,0	0,0	N	-1420,0	1550,8	0,0	0,840	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 17400,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	σ_a kN/mq	σ_a/σ_{aL}
n. e stato							
2 OK	650,0	0,0	23,0	-5465,4	0,31	170205,8	0,47

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato					
3 OK	500,0	0,0	241,0	0,16	0,40

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato							
4 OK	440,0	0,0	518,0	-3654,9	0,28	0,00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.5.1.4 Verifiche a taglio allo stato limite ultimo - riduzione armatura pos 1-2

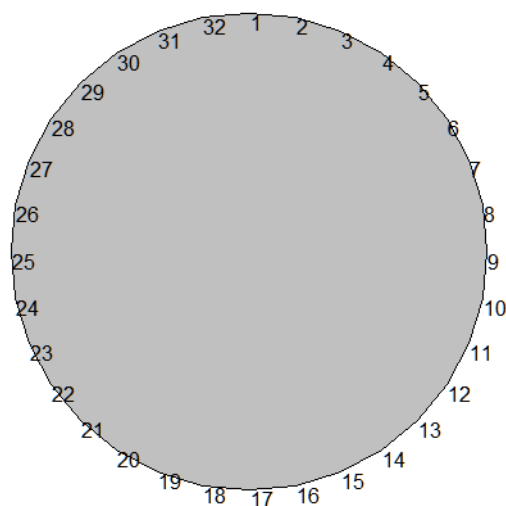
V_{sdu}	240	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	-600	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
Φ	120	cm
bw	108.00	cm
h_e	74.88	cm
d	67.38	cm
Asl	116.6	cm ²
c	7.50	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	45.00	gradi
$ctg\theta$	1.00	
$\theta_{imposto}$	45.00	gradi
Asw	2.26	cm ²
passo staffe	25	cm
f_{cd}	15.867	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1.240	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	-0.7474	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	298.870	kN

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

8.5.1.5 Verifica per presso-flessione- riduzione armatura pos 2-3

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



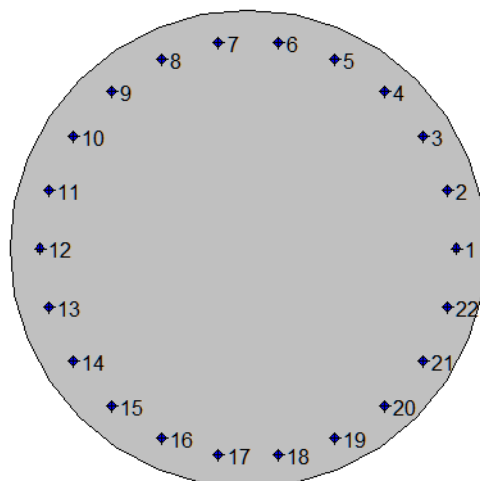
Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	60,0	120,0
2	71,7	118,8
3	83,0	115,4
4	93,3	109,9
5	102,4	102,4
6	109,9	93,3
7	115,4	83,0
8	118,8	71,7
9	120,0	60,0
10	118,8	48,3
11	115,4	37,0
12	109,9	26,7
13	102,4	17,6
14	93,3	10,1
15	83,0	4,6
16	71,7	1,2
17	60,0	0,0
18	48,3	1,2
19	37,0	4,6
20	26,7	10,1
21	17,6	17,6
22	10,1	26,7
23	4,6	37,0
24	1,2	48,3
25	0,0	60,0
26	1,2	71,7
27	4,6	83,0
28	10,1	93,3

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

29	17,6	102,4
30	26,7	109,9
31	37,0	115,4
32	48,3	118,8

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	112,5	60,0	3,1	no
2	110,4	74,8	3,1	no
3	104,2	88,4	3,1	no
4	94,4	99,7	3,1	no
5	81,8	107,8	3,1	no
6	67,5	112,0	3,1	no
7	52,5	112,0	3,1	no
8	38,2	107,8	3,1	no
9	25,6	99,7	3,1	no
10	15,8	88,4	3,1	no
11	9,6	74,8	3,1	no
12	7,5	60,0	3,1	no
13	9,6	45,2	3,1	no
14	15,8	31,6	3,1	no
15	25,6	20,3	3,1	no
16	38,2	12,2	3,1	no
17	52,5	8,0	3,1	no
18	67,5	8,0	3,1	no
19	81,8	12,2	3,1	no
20	94,4	20,3	3,1	no
21	104,2	31,6	3,1	no
22	110,4	45,2	3,1	no

Le posizioni di riferimento nell'elaborato grafico sono: pos. 3

Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

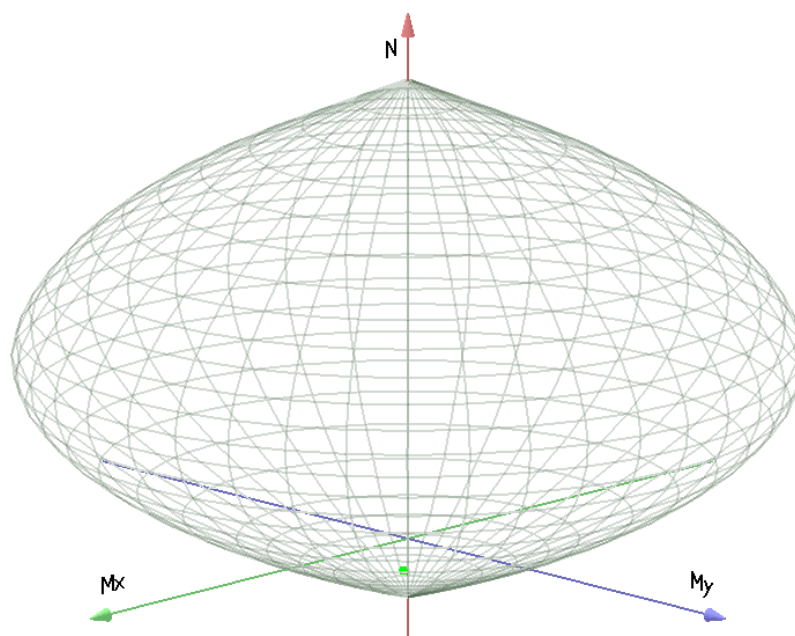
Materiali:**Calcestruzzo classe: C28/35**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

**Caratteristiche limite della sezione:**

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2704,5	0,0	0,0	Completamente tesa
21171,4	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	1320,5	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1320,5	0,0	Fibre superiori tese

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

0,0	0,0	1316,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1316,9	Fibre di destra tese

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-1420,0	50,0	0,0	P	-2548,8	89,7	0,0	0,560	OK
				M	-2618,7	50,1	0,0	0,540	
				N	-1420,0	671,7	0,0	0,070	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	-1420,0	50,0	0,0	P	-2548,8	89,7	0,0	0,560	OK
1	-1420,0	50,0	0,0	M	-2618,7	50,1	0,0	0,540	OK
1	-1420,0	50,0	0,0	N	-1420,0	671,7	0,0	0,070	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 17400,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	σ_a kN/mq	σ_a/σ_{aL}
n. e stato							
2 OK	40,0	0,0	23,0	-434,9	0,02	13409,5	0,04

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato					
3 OK	40,0	0,0	241,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c/σ_{cL}	Wk mm	Wk/WkL
n. e stato							
4 OK	40,0	0,0	518,0	-631,1	0,05	0,00	0,00

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

9. VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PORTANZA DEI PALI FONDAZIONE

9.1 PREMESSA

Nei paragrafi seguenti si illustrano le verifiche geotecniche dei pali di fondazione, con riferimento alla verifica di capacità portante verticale.

Fondazione 8 pali $L_{\text{pali}} = 38 \text{ m}$ $D_{\text{pali}} = 1.2 \text{ m}$

Di seguito si riassumono le sollecitazioni nelle combinazioni SLU statiche e sismiche, ottenute come output implementando in Group le sollecitazioni agenti all'intradosso fondazione, precedentemente riportate. Nelle tabelle si assume la convenzione di sforzo normale di compressione positivo e sforzo normale di trazione negativo. L'analisi della fondazione viene condotta con riferimento a tutte le combinazioni di carico riportate nel precedente paragrafo ma per maggiore chiarezza si riportano, per ogni stato limite, gli sforzi sul palo più sollecitato. Si riportano inoltre le sollecitazioni in combinazione RARA, utilizzate per il calcolo degli spostamenti attesi sulla palificata.

SLU_GEO -Condizioni statiche	
Palo 5	Palo 4
N_{\min} -168	N_{\max} 3670

Ottenuti con le seguenti terne in testa alla palificata:

N (kN)	Mt (kNm)	MI (kNm)	Tt (kN)	TI (kN)
14441	6005	16386	145	3442

SLU – Condizioni sismiche	
Palo 5	Palo 4
N_{\min} -1420	N_{\max} 4260

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Ottenuti con le seguenti azioni in testa alla palificata.

<i>N (kN)</i>	<i>Mt (kNm)</i>	<i>MI (kNm)</i>	<i>Tt(kN)</i>	<i>TI (kN)</i>
11681	1101	19215	863	7714

SLE RARA					
Palo 5		Palo 4		Palo 4	
Nmin	T	Nmax	T	Tmax	N
-9	388	3380	432	525	2850

Ottenuto dalle seguenti terne di azioni in testa ai pali:

<i>N (kN)</i>	<i>Mt (kNm)</i>	<i>MI (kNm)</i>	<i>Tt(kN)</i>	<i>TI (kN)</i>
13444	4088	13812	126	3273
14044	5221	14266	126	3022
11542	429	11031	95	3691

9.2 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE

Di seguito vengono riportate le verifiche a capacità portante del palo soggetto a carichi assiali di trazione e compressione. Le verifiche sono state effettuate trascurando i primi 2 metri di terreno, considerando quindi una lunghezza del palo di 36 metri e facendo riferimento alla seguenti caratteristiche del terreno. La prima tabella si riferisce al terreno in condizioni drenate mentre la seconda in condizioni a breve termine.

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A
COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

N°	Da (m) (m)	A	Z _m (m)	ΔH (m)	γ' (kN/m ³)	σ' _v (kN/m ²)	σ' _{vm} (kN/m ²)	φ' _k (°)	tgΦ'/γ	φ' _d (°)	μ = tg(Φ')	k	α	τ _{lim} (kN/m ²)
	0,00					25,00								
1	-8,00		-4,00	8,00	9,00		61,00	20	0,36	20	0,36	0,70	0,70	35,14
	-13,00		-10,50	5,00	11,00		124,50	38	0,78	38	0,78	0,70	0,00	68,09
	-24,50		-24,50	23,00	9,00		255,50	20	0,36	20	0,36	0,70	0,70	84,70
	-36,00					359,00								

N°	Da (m) (m)	A	Z _m (m)	ΔH (m)	γ' (kN/m ³)	σ' _v (kN/m ²)	σ' _{vm} (kN/m ²)	φ' _k (°)	tgΦ'/γ	φ' _d (°)	μ = tg(Φ')	k	α	τ _{lim} (kN/m ²)
	0,00					25,00								
1	-8,00		-4,00	8,00	9,00		61,00	20	0,36	20	0,36	0,70	0,40	90,00
	-13,00		-10,50	5,00	11,00		124,50	38	0,78	38	0,78	0,70	0,00	68,09
	-24,50		-24,50	23,00	9,00		255,50	20	0,36	20	0,36	0,70	0,70	84,70
	-36,00					359,00								

Si riportano inoltre i coefficienti di sicurezza utilizzati per il calcolo dei diversi contributi di portanza. Si è utilizzato il coefficiente di correlazione associato ad un numero di verticali indagate pari a tre ovvero $\xi = 1.7$.

Coefficienti		
Azioni	Sismiche	Statiche
Portata Laterale	1,15	1,45
Compressione		
Portata laterale	1,25	1,6
sfilamento		
Portata alla punta	1,35	1,7

Nel calcolo delle portanze viene considerato il peso del palo soltanto in condizioni drenate e per palo soggetto a compressione, mentre per la verifica a sfilamento viene trascurato.

Condizioni drenate				
Condizione	Azione	Sollecitazione	Resistenza	CS
Statica	Compressione	4325	4820	0,90
	Sfilamento	-168	-3407	0,05

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

Sismica	Compressione	4915	6076	0,81
	Sfilamento	-1420	-4556	0,31

Condizioni NON drenate				
Condizione	Azione	Sollecitazione	Resistenza	CS
Statica	Compressione	3670	5595	0,66
	Sfilamento	-168	-4212	0,04
Sismica	Compressione	4260	6879	0,62
	Sfilamento	-1420	-5391	0,26

Dalla tabelle sopra riportate si evince che le verifiche in condizioni drenate risultano essere le più gravose.

9.3 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE

Per quanto concerne la determinazione della resistenza di progetto del palo singolo per carichi orizzontali si ritiene che, in virtù della flessibilità dei pali della fondazione in esame sottoposti a tali carichi, tale meccanismo di rottura non sia possibile, e che le problematiche progettuali della palificata sottoposta ai carichi di progetto orizzontali afferiscano alla limitazione degli spostamenti orizzontali entro i limiti accettabili, imposti dal progettista strutturale (verifiche SLE-RARA). Nella valutazione del campo di spostamento indotto si deve tener conto anche delle rotazioni.

La determinazione degli spostamenti e delle rotazioni è stata svolta con il codice Group 7. Impletando le combinazioni di carico in combinazione caratteristica (RARA) si ottengono i seguenti spostamenti massimi.

$$\delta^H_L = 8.4 \text{ mm}$$

$$\delta^H_T = 0.43 \text{ mm}$$

$$\delta^H_v = 0.9 \text{ mm}$$

La quota parte di tali spostamenti dovuta al solo contributo dei carichi permanenti risulta essere:

$$\delta^H_{L,P} = 3.46 \text{ mm}$$

PROGETTISTA

**PIACENTINI
INGEGNERI**
via Ostiense 14 40133 CASALECCHIO DI RENO (BO)

OGGETTO : COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P.78 NEI COMUNI DI CRESPELLANO E BAZZANO. PONTE TORRENTE SAMOGGIA. RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BOLOGNA

$$\delta_{V,P}^H = 0.69 \text{ mm}$$

Da ciò si evince che in condizioni di esercizio rare l'incremento massimo di spostamento dovuto ai carichi variabili si ha chiaramente in direzione longitudinale e vale:

$$\Delta x = \delta_L^H - \delta_{L,P}^H = 8.4 - 3.46 = 4.94 \sim 4.9 \text{ mm}$$

Si conclude pertanto che in condizioni di esercizio non sono attesi spostamenti maggiori di 0.5 cm e quindi di entità tale da produrre danneggiamenti alla sovrastruttura.